

上海交通大学医学院



学者介绍

Author introduction

**王 泓** 硕士

教授、主任医师、硕士生导师

ORCID ID: 0000-0002-0738-5981

WANG Hong

Master

Professor, Chief Physician, Master's Supervisor

ORCID ID: 0000-0002-0738-5981

王 泓 (1970—), 上海交通大学附属第一人民医院眼科主任医师。2008 年获上海交通大学医学院临床医学硕士学位。现任中华医学会眼科学分会眼免疫学组委员。

• 长期于临床一线工作, 主要从事视网膜脱离、糖尿病视网膜病变及黄斑疾病的诊治, 以及视网膜脱离、黄斑疾病的机制研究。主要聚焦于视网膜损伤的基础和临床研究, 关注缺氧状态下视网膜的形态学改变及其分子机制, 探索凋亡及炎症机制及其在视网膜损伤中的作用。以第一作者或通信作者于 *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*、*Inflammation*、*Ophthalmic Res*、《中华眼底病杂志》等国内外期刊发表学术论文 10 余篇。作为项目负责人或主要负责人, 主持国家级、省部级及局级课题 6 项。先后荣获华夏医学科技奖、上海医学科技奖、上海医学科技奖成果推广奖、教育部科技进步二等奖等。

• 该研究依托上海交通大学医学院“双一流”暨高水平地方高校建设“一流学科——临床医学—临床科研支撑体系建设”项目。

WANG Hong born in 1970, chief physician of Department of Ophthalmology of Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine. She got her master of medicine from Shanghai Jiao Tong University School of Medicine in 2008. Currently, she is the member of Immunology Group of Ophthalmological Branch of Chinese Medical Association.

• Dr. WANG has been engaged in the diagnosis and treatment of retinal detachment, diabetic retinopathy and macular diseases, and the mechanism research of retinal detachment and macular diseases. She focuses on basic and clinical studies of retinal injury, especially on the morphological change and molecular mechanism of retina under hypoxia, and the mechanism of apoptosis and inflammation and their roles in retinal injury. As the first author or corresponding author, she had published more than 10 papers in domestic and foreign journals, such as *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, *Inflammation*, *Ophthalmic Res*, and *Chin J Ocul Fundus Dis*. She has been supported by 6 grants, including national, ministerial and provincial, and bureau level projects. She has won several rewards, including Huaxia Medical Science and Technology Award, Shanghai Medical Science and Technology Progress Award, Achievement Promotion Award of Shanghai Medical Science and Technology Progress Award, Second Prize of Science and Technology Achievement of the Ministry of Education and so on.

• The research relies on the project of Clinical Research Supporting System, Clinical Medicine, First-Class Discipline of “National Double First-Class” and “Shanghai-Top-Level” high education initiative at Shanghai Jiao Tong University School of Medicine.



论著·临床研究

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

陈钰虹^{1*}, 项潇琼^{1*}, 朱 鸿^{1,2}, 孙 涛¹, 李宪辰³, 王 泓¹

1. 上海交通大学附属第一人民医院眼科, 上海 200080; 2. 上海交通大学附属第一人民医院眼科, 上海眼视觉与光医学工程技术研究中心, 上海 200080; 3. 上海交通大学附属第一人民医院科研处, 上海 200080

[摘要] **目的**·探讨经玻璃体切割术后不同的玻璃体填充物对孔源性视网膜脱离 (rhegmatogenous retinal detachment, RRD) 患者黄斑区血流的影响, 以及黄斑区血流与最佳矫正视力的相关性。**方法**·回顾性分析 2017 年 12 月—2018 年 6 月于上海交通大学附属第一人民医院眼科行玻璃体切割术的单眼初发 RRD 患者 74 例。根据玻璃体切割术后填充物的不同, 将患者分为气体填充组 (气体组) 和硅油填充组 (硅油组)。利用光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 技术行黄斑区 3 mm×3 mm 区域扫描。记录黄斑区中心凹及旁中心凹处浅层视网膜毛细血管丛 (superficial capillary plexus, SCP) 血流密度、深层视网膜毛细血管丛 (deep capillary plexus, DCP) 血流密度, 黄斑区中心凹无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 面积、周长。分析 2 组患者黄斑区血流参数与最佳矫正视力的相关性。**结果**·与硅油组相比, 气体组患者术后 6 个月的总 3 mm×3 mm 区域 SCP 血流密度及 DCP 血流密度均较高 (均 $P=0.000$)。偏相关分析显示, 患者的最佳矫正视力变化与 FAZ 面积的变化呈负相关性 ($r=-0.216$, $P=0.015$)。**结论**·RRD 患者行玻璃体切割术联合气体填充术后对其黄斑区血流的恢复更为有利。使用 OCTA 技术评估视网膜脱离患者玻璃体切割术后患眼的黄斑区血流密度变化, 对于监测视网膜结构和功能的变化有重要意义。

[关键词] 孔源性视网膜脱离; 硅油; 光学相干断层扫描血管成像; 黄斑区毛细血管丛血流密度

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2019.06.008 **[中图分类号]** R774.1² **[文献标志码]** A

Macular blood flow changes assessed by optical coherence tomography angiography after pars plana vitrectomy with gas or silicone oil tamponade for the patients with rhegmatogenous retinal detachment

CHEN Yu-hong^{1*}, XIANG Xiao-qiong^{1*}, ZHU Hong^{1,2}, SUN Tao¹, LI Xian-Chen³, WANG Hong¹

1. Department of Ophthalmology, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China; 2. Shanghai Engineering Center for Visual Science and Photomedicine, Department of Ophthalmology, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China; 3. Scientific Research Department, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China

[Abstract] **Objective**·To investigate the effect of different vitreous fillers on the macular blood flow of patients with rhegmatogenous retinal detachment (RRD), and the correlation between the macular blood flow and the best corrected visual acuity (BCVA). **Methods**·In this retrospective study, 74 eyes in 74 patients with RRD for first time underwent pars plana vitrectomy in Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine from Dec. 2017 to Jun. 2018 were included. According to different vitreous fillers, the patients were divided into two group, i.e. pars plana vitrectomy with gas tamponade group (gas group) and pars plana vitrectomy with silicone oil tamponade group (silicone oil group). The blood flow in 3 mm×3 mm macular area was detected by optical coherence tomography angiography (OCTA). The blood flow densities of superficial capillary plexus (SCP) and deep capillary plexus (DCP) at foveal and parafoveal area, and the areas and perimeters of foveal avascular zone (FAZ) were calculated. The correlations between the macular blood flow parameters and BCVA were analyzed by partial correlation. **Results**·Compared with the silicone oil group, the blood flow densities of SCP and DCP in the whole 3 mm×3 mm regions in the gas group were higher at 6 months after surgery (both $P=0.000$). The partial correlation showed that the improvement of visual acuity was negatively correlated with the change of FAZ area ($r=-0.216$, $P=0.015$). **Conclusion**·Gas is an advantageous tamponade for the patients with RRD in improvement of blood flow density in the macular area. Meanwhile, assessing the macular blood flow density of the patients with retinal detachment by using OCTA after vitrectomy is significant to monitor the changes of structure and function of retina.

[Key words] rhegmatogenous retinal detachment (RRD); silicone oil; optical coherence tomography angiography (OCTA); macular capillary plexus flow density

[基金项目] 国家重点研发计划 (2016YFC0904800); 上海市卫生和计划生育委员会项目 (0503N15005); 上海市转化医学协同创新中心资助 (TM201817) (National Key R&D Plan of China, 2016YFC0904800; Project of Shanghai Municipal Commission of Health and Family Planning, 0503N15005; Project of Shanghai Collaborative Innovation Center for Translational Medicine, TM201817)。

[作者简介] 陈钰虹 (1993—), 女, 硕士生; 电子邮箱: chen-yuhong@sjtu.edu.cn。项潇琼 (1993—), 女, 硕士生; 电子邮箱: XXQ1993@sjtu.edu.cn。* 为共同第一作者。

[通信作者] 王 泓, 电子邮箱: wanghong700520@126.com。



视网膜脱离是一种严重的致盲性眼病。孔源性视网膜脱离 (rhegmatogenous retinal detachment, RRD) 是临床上最为常见的视网膜脱离类型, 而视网膜复位术是该类疾病的最主要的治疗方法。随着视网膜复位术的不断发展, 患者的视网膜解剖复位率越来越高, 但其术后的视功能恢复却不尽如人意。研究^[1-3]发现, 经视网膜复位术后患者的最终解剖复位率达 91.1% ~ 98.9%, 但其最终的最佳矫正视力优于 0.4 的仅为 39% ~ 56%。此外, 术后患者还常出现视物变暗等症状, 生活质量受到一定的影响, 继而导致患者术后的视觉生活质量满意度有所降低。黄斑区位于视网膜中央, 是视力最为敏感的区域, 而累及黄斑的病变将会引起中心视力的明显下降、视物变形等。然而在临床上也发现, 即使是视网膜脱离不累及黄斑的患者, 其在术后也会出现视物变形等问题。研究^[4]发现, 在巩膜扣带术后, 即使是黄斑未累及的 RRD 患者, 其黄斑区视网膜血流密度在术后 2 周时也明显低于术前, 但在 2 周后血流则逐渐得到了恢复。

目前, 视网膜复位术主要包括巩膜环扎加压术和玻璃体切割术, 其中后者又分为联合气体填充术与联合硅油填充术。临床上, 国内外有关视网膜复位术后眼部血流的研究较少, 且主要集中在巩膜环扎加压术后的情况; 而有关视网膜复位术后黄斑区视网膜血流及其功能的变化情况, 尤其是不同视网膜复位术式对黄斑区结构和功能的影响方面, 则研究更少。因此, 本研究通过光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 技术就不同玻璃体填充物对患者黄斑区血流、黄斑区功能的影响及黄斑区血流改变与视功能的相关性进行探讨, 以期为患者临床治疗策略的选择、术后生活质量的改善提供更好的科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究入选 2017 年 12 月—2018 年 6 月于上海交通大学附属第一人民医院眼科经眼底镜及眼部 B 超确诊的 74 例单眼初发性 RRD 患者; 其中, 32 例患者行玻璃体切割术联合气体填充术 (气体填充组, 即气体组), 42 例患者行玻璃体切割术联合硅油填充术 (硅油填充组, 即硅油组)。患者纳入标准: ①符合 RRD 诊断标准, 有规律性地随访且随访时间大于 6 个月。②对侧眼无眼部手术史。③双眼屈光度数相差少于 2.0 D (1 D=1 m⁻¹)。④双眼固视良好。排除标准: ①由外伤性视网膜脱离或急性坏

死性视网膜病变等引起的视网膜脱离、渗出性及牵引性视网膜脱离。②由黄斑裂孔、巨大视网膜裂孔引起的 RRD。③既往或合并其他眼病史, 如青光眼、葡萄膜炎、视神经萎缩、玻璃体积血、视网膜及脉络膜疾病等。④屈光间质混浊。⑤患眼术后发生并发症, 如视网膜皱襞、继发性青光眼、复发性视网膜脱离、术后光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 示黄斑结构异常等。⑥增生性玻璃体 (proliferative vitreoretinopathy, PVR) 视网膜病变分级为 C 级及以上。

本研究经上海交通大学附属第一人民医院伦理委员会审批。所有受试者均口头被告知并签署了知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 一般检查 由同一位医师对所有患儿进行一般检查, 具体步骤如下: ①最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 检查。采用 5 m 国际标准对数视力表对患者进行检查, 统计时需转换为最小分辨角的对数视力 (logarithm of minimal angle resolution, logMAR) 表。②眼压检查。利用非接触眼压计 (日本 Canon 公司) 测量患者眼压。③眼轴测量。使用 IOL-Master (德国 ZEISS 公司) 测量患者眼轴。④OCTA 检查。采用 RTVue-XR Avanti (美国 Optovue 公司) 自带的 AngioVue 软件对患者患眼黄斑区的浅层视网膜毛细血管丛 (superficial capillary plexus flow density, SCP) 血流密度、深层视网膜毛细血管丛 (deep capillary plexus, DCP) 血流密度、中心凹无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 面积及周长进行检测。即使用 OCTA 技术对患者患眼行 3 mm × 3 mm 黄斑扫描, 利用 AngioVue 软件对上述扫描结果进行分析。

1.2.2 随访方式 患者分别于术后 2 周、1 个月、3 个月和 6 个月至上海交通大学附属第一人民医院眼科门诊, 就患眼行一般检查。

1.3 统计学分析

应用 SPSS 25.0 软件对研究数据进行统计学分析。基本资料中, 正态分布资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 非正态分布资料以 $M (Q1, Q3)$ 表示, 分类数据资料以频数和百分比表示。2 种手术方式的基础数据比较, 连续型数据采用 t 检验或 Mann-Whitney U 检验, 分类数据采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。采用协方差分析以调整基线数据用于比较 2 种玻璃体填充物对术后患者的 BCVA 及黄斑区血流密度变化的影响。采用偏相关分析法探讨患者视力与血流密度的相关性。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。



2 结果

2.1 组间基本资料比较

本研究对 2 组患者的年龄、性别、双眼眼轴、术

前黄斑脱离情况、术前 BCVA 等进行比较, 结果 (表 1) 显示, 2 组患者的各指标间差异均无统计学意义。

表 1 2 组患者基本资料比较
Tab 1 Comparison of basic information between two groups

指标	气体组 (N=32)	硅油组 (N=42)	P 值
年龄 / 岁	54.9 (51.0, 61.8)	56.2 (48.5, 58.0)	0.526
男性 /n (%)	14 (43.8)	26 (61.9)	0.159
高血压 /n (%)	6 (18.8)	8 (19.0)	0.974
糖尿病 /n (%)	2 (6.3)	5 (11.9)	0.673
患眼眼别 (右眼) /n (%)	15 (46.9)	15 (35.7)	0.333
眼压 /mmHg	13.5±2.4	13.8±2.1	0.612
患眼眼轴 /mm	25.3±1.9	25.9±2.3	0.202
对侧眼眼轴 /mm	25.1±1.8	25.7±2.2	0.231
脱离累及黄斑 /n (%)	19 (59.4)	31 (73.8)	0.189
人工晶体眼 /n (%)	1 (3.1)	7 (16.7)	0.063
BCVA	1.0 (0.2, 1.5)	1.2 (0.6, 2.0)	0.243
视网膜脱离象限 / 个	2.0 (1.0, 2.8)	2.2 (1.0, 2.8)	0.533
视网膜脱离象限数 /n (%)			0.527
1	9 (28.1)	10 (23.8)	
2	15 (46.9)	19 (45.2)	
3	6 (18.8)	9 (21.4)	
4	2 (6.3)	4 (9.5)	
视网膜脱离病程 /d	12.3 (7.0, 14.0)	18.2 (6.0, 16.3)	0.825

注: 1 mmHg=0.133kPa。

2.2 玻璃体切割术前及术后患者 BCVA 的变化趋势

采用 Mann-Whitney U 检验对患者玻璃体切割术前、术后的 BCVA 进行统计学分析, 结果 (图 1) 显示: 与术前相比, 2 组患者于术后 2 周的视力均有所提高 (均

$P=0.000$); 而术后 1、3、6 个月的视力则与术后 2 周间的差异无统计学意义。采用协方差分析法调整基线值后进行分析, 结果显示 2 组患者于术后各时间点的视力间差异均无统计学意义。

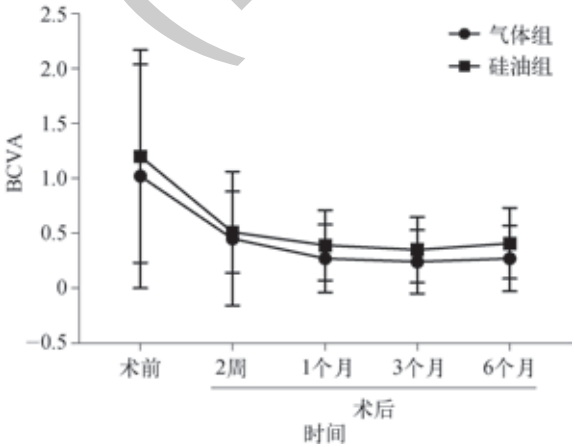


图 1 玻璃体切割术前及术后 2 组患者 BCVA 的变化趋势
Fig 1 BCVA changes before and after pars plana vitrectomy in the gas group and silicone oil group

2.3 术后不同时间患者黄斑区血流密度的变化

利用 OCTA 技术对患者术后不同时间的黄斑区 3 mm×3 mm 区域血流密度进行研究并采用 *t* 检验对比所获数据, 结果 (表 2、图 2、图 3) 显示: ①组内比较。与术后 2 周相比, 气体组患者术后 6 个月的总 3 mm×3 mm 区域 SCP 血流密度较高 ($P=0.000$); 而硅油组患者术后 6 个月的总 3 mm×3 mm 区域 SCP 血流密度则与术后 2 周

间无显著变化。②组间比较。与硅油组相比, 气体组患者术后 6 个月的总 3 mm×3 mm 区域 SCP 血流密度、DCP 血流密度均较高 (均 $P=0.000$); 而在术后 2 周、1 个月、3 个月及 6 个月, 2 组患者的中心凹区域 SCP 血流密度、旁中心凹区域 SCP 血流密度及 DCP 血流密度、FAZ 面积及周长间差异均无统计学意义。

表 2 2 组患者行玻璃体切割术后于不同时间的黄斑区血流密度变化
Tab 2 Changes of blood flow density in the macular areas at different time in the two groups after pars plana vitrectomy

组别	时间	血流密度 /%						FAZ	
		总 3 mm×3 mm 区域		中心凹区域		旁中心凹区域		面积 /mm ²	周长 /mm
		SCP	DCP	SCP	DCP	SCP	DCP		
气体组 (N=32)	术后 2 周	42.9±3.5	47.6±5.6	16.4±5.8	22.9±14.7	45.6±3.8	51.2±5.8	0.3±0.1	2.4±0.5
	术后 1 个月	44.9±1.8	47.7±4.7	18.1±9.3	27.3±7.4	43.8±12.0	51.1±4.0	0.4±0.1	2.4±0.4
	术后 3 个月	43.3±12.4	48.9±6.0	15.9±4.7	29.1±8.0	44.7±14.3	52.0±4.8	0.4±0.1	2.3±0.4
	术后 6 个月	48.9±2.5 ^{①②}	51.8±3.4 ^②	17.1±4.5	21.2±13.6	46.2±16.3	53.7±3.3	0.6±0.2	5.3±6.4
硅油组 (N=42)	术后 2 周	42.8±4.0	48.8±7.8	16.8±5.7	16.2±16.3	46.0±3.9	51.9±7.8	0.3±0.2	2.3±0.5
	术后 1 个月	43.5±4.3	45.8±3.7	17.2±5.0	27.9±10.5	46.8±4.9	48.5±3.7	0.3±0.1	2.1±0.4
	术后 3 个月	45.6±2.8	48.2±4.2	17.8±4.3	27.5±8.7	48.8±3.5	51.2±3.7	0.3±0.1	2.2±0.3
	术后 6 个月	41.5±5.1	48.0±5.0	16.2±5.3	27.6±9.3	44.6±5.3	51.2±4.4	0.3±0.1	2.2±0.2

注: ^① $P=0.000$, 与气体组患者术后 2 周相比; ^② $P=0.000$, 与硅油组患者术后 6 个月相比。

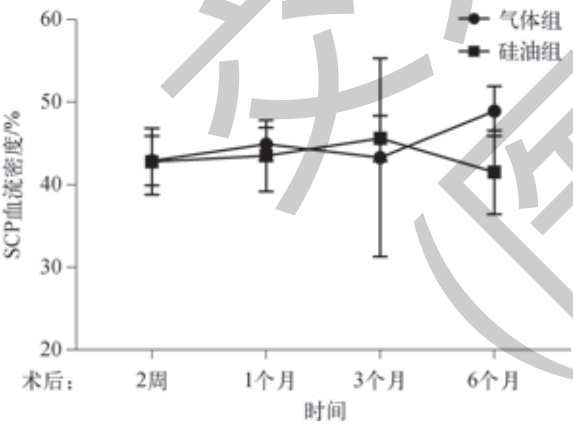


图 2 术后不同时间 2 组患者的总 3 mm×3 mm 区域 SCP 血流密度变化趋势
Fig 2 Changes of blood flow density of SCP in the whole 3 mm×3 mm regions of the two groups at different time after pars plana vitrectomy

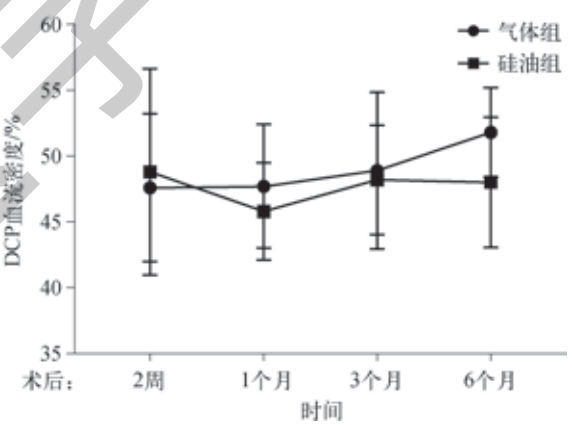


图 3 术后不同时间 2 组患者总 3 mm×3 mm 区域 DCP 血流密度变化趋势
Fig 3 Changes of blood flow density of DCP in the whole 3 mm×3 mm regions of the two groups at different time after pars plana vitrectomy

2.4 手术后各时间患者患眼与对侧眼的黄斑区 SCP 血流密度的变化与比较

对于气体组患者而言, 与对侧眼相比, 术后 2 周时其患眼黄斑区总 3 mm×3 mm 区域的 SCP 血流密度较低 ($P=0.013$); 而术后 1、3、6 个月时, 两眼间差异无统计

学意义 (图 4)。

对于硅油组患者而言, 与对侧眼相比, 术后 2 周、1 个月、6 个月时其患眼黄斑区总 3 mm×3 mm 区域的 SCP 血流密度均较低 ($P=0.001$, $P=0.001$, $P=0.014$); 而术后 3 个月时, 两眼间差异无统计学意义 (图 5)。

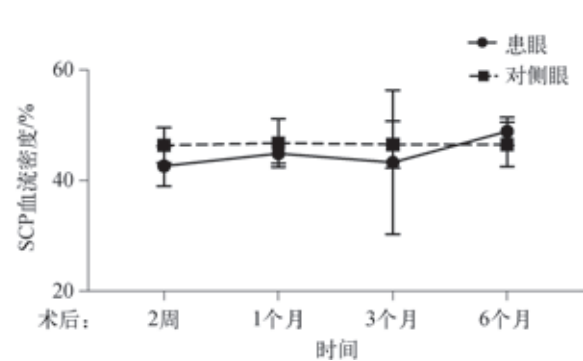


图 4 术后不同时间气体组患者患眼与对侧眼的总 3 mm×3 mm 区域的 SCP 血流密度比较

Fig 4 Comparison of blood flow densities of SCP in the whole 3 mm×3 mm regions between affected eyes and fellow eyes in the gas group after pars plana vitrectomy

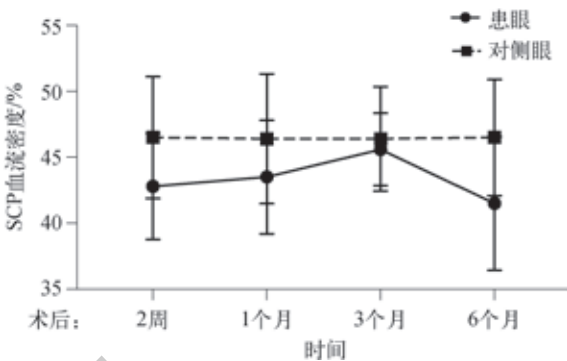


图 5 术后不同时间硅油组患者患眼与对侧眼总 3 mm×3 mm 区域的 SCP 血流密度比较

Fig 5 Comparison of blood flow densities of SCP in the whole 3 mm×3 mm regions between affected eyes and fellow eyes in the silicone oil group after pars plana vitrectomy

2.5 患者黄斑区 3 mm×3 mm 区域毛细血管丛血流密度、FAZ 各参数与 BCVA 的相关性分析

2.5.1 黄斑区 SCP 及 DCP 血流密度、FAZ 面积及周长与 BCVA 的相关性 经偏相关分析, 结果 (表 3) 显示: 患者黄斑区总 3 mm×3 mm 区域 DCP 血流密度、黄斑区中心凹区域 SCP 血流密度、黄斑区旁中心凹区域 DCP 血流密度均与 BCVA 相关 ($r=-0.277, P=0.003; r=0.202, P=0.035; r=-0.301, P=0.001$), 而其余指标均与 BCVA 无相关性。

表 3 黄斑区 SCP 及 DCP 血流密度与 BCVA 的相关性分析

Tab 3 Correlation analysis of blood flow densities of SCP and DCP with BCVA

指标		r 值	P 值
血流密度			
总 3 mm×3 mm 区域	SCP	-0.034	0.725
	DCP	-0.277	0.003
中心凹区域	SCP	0.202	0.035
	DCP	-0.045	0.642
旁中心凹区域	SCP	0.062	0.521
	DCP	-0.301	0.001
FAZ	面积	-0.149	0.096
	周长	0.109	0.225

2.5.2 黄斑区 SCP 及 DCP 血流密度的变化、FAZ 面积及周长的变化与 BCVA 变化的相关性 经偏相关分析, 结果 (表 4) 显示: FAZ 面积的变化与 BCVA 的变化呈负相关 ($r=-0.216, P=0.015$), 而其余指标的变化与 BCVA 的变化均无明显相关性。

表 4 黄斑区 SCP 及 DCP 血流密度的变化、FAZ 面积及周长的变化与 BCVA 的变化相关性分析

Tab 4 Correlation analysis of the changes of blood flow density of SCP and DCP, area and perimeter of FAZ with BCVA

指标		r 值	P 值
血流密度			
总 3 mm×3 mm 区域	SCP	0.047	0.598
	DCP	0.149	0.096
中心凹区域	SCP	0.148	0.097
	DCP	0.109	0.225
旁中心凹区域	SCP	0.061	0.498
	DCP	0.020	0.822
FAZ	面积	-0.216	0.015
	周长	0.014	0.880

3 讨论

临床上, 医师常采用谱域光学相干层析成像 (spectral domain optical coherence tomography, SD-OCT) 技术对视网膜复位术后患者的黄斑区形态进行观察, 以实现术后视功能预后的评估。但相关研究^[4-5]发现, 视力的预后不仅与患者的黄斑区形态相关, 还与其视网膜血流存在一定的相关性。因此, SD-OCT 技术所揭示的黄斑区形态并不能准确解释患者视功能的预后。

OCTA 是一种全新的、非侵入性的视网膜与脉络膜的微血管检查方法。相较于传统的荧光素眼底血管造影术, OCTA 技术具有快速、无创、安全、可量化分析等优势, 在眼底病的研究中有较大价值。研究^[6]显示, 通过分频

幅去相干血管成像 (split-spectrum amplitude decorrelation angiography, SSADA) 演算技术, OCTA 不仅可以显示视网膜血流灌注情况, 尤其是黄斑拱环、视盘及周围区域的血流灌注, 还能显示新生血管和异常血管的形态改变及无灌注区的变化等。目前, 该检查方法主要应用于黄斑变性和糖尿病性视网膜病变的眼底检查; 而在本研究中利用其测量 RRD 患者的黄斑区微循环情况, 在国内外研究中尚属罕见。

本研究分析 RRD 患者行玻璃体切割术后黄斑区毛细血管从血流密度随时间的变化情况及气体填充和硅油填充对黄斑区毛细血管从血流密度的影响, 结果显示: 与术后 2 周相比, 随着术后时间的延长, 气体组患者的黄斑区毛细血管从血流密度有所增加; 术后 6 个月时, 硅油组患者黄斑区总 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 区域的 SCP 血流密度和 DCP 血流密度均低于气体组患者; 偏相关分析显示, 患者视力的提高与 FAZ 面积的改变呈负相关性。

有研究^[7-8]显示, 糖尿病性视网膜病变患者和视网膜病变的早产儿中均存在黄斑区微循环破坏的情况; 且有基础研究^[9-10]证实, 这种微循环破坏可能是视网膜缺氧导致的视网膜血管内皮细胞损伤所致。在 RRD 患者的患眼中, 积液可通过视网膜裂孔进入视网膜下, 使视网膜神经上皮层与色素上皮层分离, 而脉络膜毛细血管到深层视网膜的氧传递则可被视网膜下积液阻断, 使视网膜神经上皮层处于缺氧状态。从脱离的视网膜中发现, 其毛细血管为扩张状态且为高渗透性, 并存在弥漫性血管阻塞^[11-12]。本研究发现, 硅油组患者患眼的总 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 区域的 SCP 血流密度在术后 2 周、1 个月、6 个月时均低于对侧眼; 进而推测, 经视网膜脱离复位术后, 患者黄斑区微血管血流密度的下降可能与视网膜脱离状态下由视网膜低氧引起炎症因子释放, 损伤中心凹视网膜毛细血管丛及视网膜神经组织, 从而造成微血管改变导致视网膜成功复位后视功能的不完全恢复相关。

本研究结果显示, 术后 6 个月时硅油组患者的患眼与

对侧眼的总 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 区域 SCP 血流密度间相差较大; 继而推测, 硅油填充可能对患者黄斑区毛细血管从血流密度的影响更大。目前, 硅油填充在玻璃体切割术中的应用较为广泛, 但其毒性是影响术后视力恢复的主要因素之一。研究^[13]发现, 在黄斑未累及而填充了硅油的患者中, 有 30% 的患者可发生无法解释的视力损伤和微视野损害, 且这种损伤对于患者行硅油填充时及硅油取出后均存在。Pastor 等^[14]在取出的硅油中发现了亲脂性胆固醇和维生素 A, 并认为黄斑区色素溶解于填充的硅油可导致硅油取出后黄斑区对光毒性损伤更加易感。Winter 等^[15]认为当硅油替代了玻璃体时, 玻璃体电解质和水溶性因子的缓冲作用即会消失, 使得玻璃体内平衡失调、 K^+ 沉积在视网膜上, 继而引起视网膜米勒细胞损伤。本研究发现, 在术后 3 个月至 6 个月的时间段, 硅油组患者总 $3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 区域 SCP 血流密度迅速下降, 且在术后 6 个月时硅油组患者毛细血管从血流密度明显低于气体组; 因此可以推断, 硅油对黄斑区微血管密度具有破坏作用, 或许这也是硅油毒性导致视力损伤的一个重要原因。

本研究也存在一定的局限性: ①本研究为回顾性分析且病例纳入数量较小、数据代表性相对较差, 未来需采用更多的样本并进行随机对照试验进一步验证。②本研究未在动物或细胞水平进行相对应的基础研究, 未来还需选择不同的研究对象开展硅油对黄斑区微血管损伤的相关机制研究。

综上, 本研究发现 RRD 患者行玻璃体切割术后, 气体填充较硅油填充对患者术后黄斑区微血管的恢复更为有利, 且患者的黄斑区中心凹区域 SCP 血流密度与 BCVA 呈正相关性。基于此, 本研究认为对于视网膜脱离 PVR 分级 C 级以下的患者, 气体填充不失为更佳的选择; 同时, OCTA 技术不仅可以检测、量化毛细血管丛的血流密度, 还可以提供黄斑区的解剖形态图, 对于视网膜结构和功能变化的监测具有重要意义, 未来该方法或将成为一种量化黄斑区视功能预后的新的监测方法。

参 · 考 · 文 · 献

- [1] Noori J, Bilonick RA, Eller AW. Scleral buckle surgery for primary retinal detachment without posterior vitreous detachment[J]. Retina, 2016, 36(11): 2066-2071.
- [2] Akkoyun I, Yilmaz G. Optical coherence tomography: anatomic and functional outcome after scleral buckling surgery in macula-off rhegmatogenous retinal detachment[J]. Klin Monbl Augenheilkd, 2013, 230(8): 814-819.
- [3] Lumi X, Lužnik Z, Petrovski G, et al. Anatomical success rate of pars plana vitrectomy for treatment of complex rhegmatogenous retinal detachment[J]. BMC Ophthalmol, 2016, 16(1): 216.
- [4] Eshita T, Shinoda K, Kimura I, et al. Retinal blood flow in the macular area before and after scleral buckling procedures for rhegmatogenous retinal detachment without macular involvement[J]. Jpn J Ophthalmol, 2004, 48(4): 358-363.
- [5] Murakami Y, Funatsu J, Nakatake S, et al. Relations among foveal blood flow, retinal-choroidal structure, and visual function in retinitis pigmentosa[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2018, 59(2): 1134-1143.
- [6] Choi W, Moulton EM, Waheed NK, et al. Ultrahigh-speed, swept-source optical coherence tomography angiography in nonexudative age-related macular degeneration with geographic atrophy[J]. Ophthalmology, 2015, 122(12): 2532-2544.



- [7] Chen YC, Chen YT, Chen SN. Foveal microvascular anomalies on optical coherence tomography angiography and the correlation with foveal thickness and visual acuity in retinopathy of prematurity[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2019, 257(1): 23-30.
- [8] Nesper PL, Roberts PK, Onishi AC, et al. Quantifying microvascular abnormalities with increasing severity of diabetic retinopathy using optical coherence tomography angiography[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2017, 58(6): BIO307-BIO315.
- [9] D'Amico AG, Maugeri G, Bucolo C, et al. Nap interferes with hypoxia-inducible factors and VEGF expression in retina of diabetic rats[J]. J Mol Neurosci, 2017, 61(2): 256-266.
- [10] Yang B, Xu Y, Hu Y, et al. Madecassic acid protects against hypoxia-induced oxidative stress in retinal microvascular endothelial cells via ROS-mediated endoplasmic reticulum stress[J]. Biomed Pharmacother, 2016, 84: 845-852.
- [11] Quintyn JC, Brasseur G. Subretinal fluid in primary rhegmatogenous retinal detachment: physiopathology and composition[J]. Surv Ophthalmol, 2004, 49(1): 96-108.
- [12] Ohkubo H. Fluorescein angiographic findings in the detached and reattached retina[J]. Jpn J Ophthalmol, 1988, 32(4): 423-428.
- [13] Scheerlinck LM, Schellekens PA, Liem AT, et al. Incidence, risk factors, and clinical characteristics of unexplained visual loss after intraocular silicone oil for macula-on retinal detachment[J]. Retina, 2016, 36(2): 342-350.
- [14] Pastor JC, Del Nozal MJ, Marinero P, et al. Cholesterol, α -tocopherol, and retinoid concentrations in silicone oil used as a vitreous substitute[J]. Arch Soc Esp Oftalmol, 2006, 81(1): 13-19.
- [15] Winter M, Eberhardt W, Scholz C, et al. Failure of potassium siphoning by Muller cells: a new hypothesis of perfluorocarbon liquid-induced retinopathy[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2000, 41(1): 256-261.

[收稿日期] 2019-01-02

[本文编辑] 邢宇洋

“双一流”暨高水平地方高校建设项目

一流学科——药学

瞄准药学科学前沿和经济社会发展对重大疾病创新药物、食品药品安全的迫切需求,以科研创新和成果转化为重点,提升跨学科、跨行业的协同创新能力和知识服务能力;加强高端人才引进培养和学科结构的优化,建设国际领先的药物设计和结构生物学、高内涵药物筛选、药物动力学和药物代谢组学、药物毒理学和转化毒理学等技术平台,以及符合国际规范的临床试验基地;关注药理学、临床药理学和毒理学等重点研究方向;争取成为具有明显特色和一定国际影响的学科,药学一级学科点跻身国内学科排名前10%。

