

高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离术后黄斑微结构变化及其与视功能的相关性

杨娜, 温晓英, 张月玲

引用: 杨娜, 温晓英, 张月玲. 高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离术后黄斑微结构变化及其与视功能的相关性. 国际眼科杂志, 2025, 25(2): 281-285.

基金项目: 保定市科技计划项目任务书 (No.2141ZF263)

作者单位: (071000) 中国河北省保定市第一中心医院眼科

作者简介: 杨娜, 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 玻璃体视网膜疾病。

通讯作者: 张月玲, 女, 硕士, 主任, 主任医师, 研究方向: 玻璃体视网膜疾病. Zhangyueling0626@126.com

收稿日期: 2024-08-29 修回日期: 2024-12-24

摘要

目的: 观察高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离 (MHRD) 患者术后光学相干断层扫描成像 (OCT) 及光学相干断层扫描血管成像 (OCTA) 检查指标的变化特征及其与视功能的相关性。

方法: 选取 2019-01/2023-10 于保定市第一中心医院进行治疗的高度近视 MHRD 患者 78 例为研究对象, 均行玻璃体切除联合内界膜填塞术治疗, 观察术后 1、3、6 mo 时患者最佳矫正视力 (BCVA) 与 OCT、OCTA 指标变化特征, 包括黄斑中心凹脉络膜毛细血管层血流面积 (CBFA)、血流密度与椭圆体带缺损直径 (DEZA), 并采用 Pearson 相关分析与多元线性回归分析术后不同时间点 BCVA 与 CBFA、DEZA、血流密度的相关性。

结果: 术后 1、3、6 mo 时患者 BCVA 分别为 1.75 ± 0.79 、 1.49 ± 0.53 、 1.08 ± 0.44 , 各时间点比较均有差异 (均 $P < 0.05$)。术后 1、3、6 mo, 患者 CBFA 分别为 1.67 ± 0.24 、 1.82 ± 0.13 、 $1.94 \pm 0.15 \text{ mm}^2$, DEZA 分别为 813.27 ± 453.16 、 590.89 ± 421.38 、 $427.58 \pm 385.34 \text{ }\mu\text{m}$, 血流密度分别为 24.36 ± 7.81 、 27.74 ± 8.12 、 31.54 ± 8.59 , 各项指标各时间点比较均有差异 (均 $P < 0.05$)。Pearson 相关性分析显示, 术后 1 mo, 高度近视 MHRD 患者的 DEZA、血流密度与 BCVA 无相关性 (均 $P > 0.05$), CBFA 与 BCVA (LogMAR) 呈负相关 ($P < 0.05$); 术后 3、6 mo 时, 高度近视 MHRD 患者的 CBFA、血流密度与 BCVA (LogMAR) 呈负相关, DEZA 与 BCVA (LogMAR) 呈正相关 (均 $P < 0.05$)。多元线性回归分析显示, 术后 3、6 mo, CBFA、血流密度及 DEZA 均为 BCVA 的重要影响因素 (均 $P < 0.05$)。

结论: 高度近视 MHRD 患者术后视功能逐渐提升, 且与术后 CBFA、DEZA、血流密度密切相关, 建议术后定期监测 OCT、OCTA 指标变化。

关键词: 高度近视; 黄斑裂孔性视网膜脱离; 光学相干断层扫描成像; 光学相干断层扫描血管成像; 视功能; 黄斑中心凹脉络膜毛细血管层血流面积; 椭圆体带缺损直径; 血流密度

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.2.19

Characteristics of macular microstructure changes after surgery for high myopia with macular hole retinal detachment and their correlation with visual function

Yang Na, Wen Xiaoying, Zhang Yueling

Foundation item: Task Statement for Baoding Science and Technology Plan Project (No.2141ZF263)

Department of Ophthalmology, Baoding No. 1 Central Hospital, Baoding 071000, Hebei Province, China

Correspondence to: Zhang Yueling. Department of Ophthalmology, Baoding No.1 Central Hospital, Baoding 071000, Hebei Province, China. Zhangyueling0626@126.com

Received: 2024-08-29 Accepted: 2024-12-24

Abstract

• **AIM:** To observe the variation characteristics of postoperative optical coherence tomography (OCT), optical coherence tomography angiography (OCTA) examination indicators in patients with high myopia and macular hole retinal detachment (MHRD), and analyze their correlation with visual function.

• **METHODS:** A total of 78 MHRD patients with high myopia who were treated in the Baoding No.1 Central Hospital from January 2019 to October 2023 were selected as the study objects, all of which underwent vitrectomy combined with internal limiting membrane tamponade. The changes in the best corrected visual acuity (BCVA), OCT and OCTA parameters, including choriocapillary blood flow area (CBFA), diameter of ellipsoid zone absence (DEZA) and blood flow density were observed at 1, 3 and 6 mo after surgery. Pearson correlation analysis and multiple linear regression analysis were conducted to analyze the correlation between BCVA and CBFA, DEZA, and blood flow density at different time points after surgery.

• **RESULTS:** BCVA of enrolled patients at 1, 3, and 6 mo after surgery were 1.75 ± 0.79 , 1.49 ± 0.53 , and 1.08 ± 0.44 , respectively, and the differences at different points were statistically significant (all $P < 0.05$). At 1, 3, and 6 mo after surgery, the patient's CBFA was 1.67 ± 0.24 , 1.82 ± 0.13 , and $1.94 \pm 0.15 \text{ mm}^2$, respectively, the DEZA was 813.27 ± 453.16 , 590.89 ± 421.38 , and $427.58 \pm 385.34 \text{ }\mu\text{m}$, respectively, and the blood flow density was 24.36 ± 7.81 , 27.74 ± 8.12 , and 31.54 ± 8.59 , respectively. The differences in above indicators at different time points were statistically

significant (all $P < 0.05$). Pearson correlation analysis found that there was no significant correlation between DEZA, blood flow density and BCVA in patients with high myopia and MHRD at 1 mo after surgery (all $P > 0.05$). However, CBFA was negatively correlated with BCVA (LogMAR; $P < 0.05$); at 3 and 6 mo after surgery, CBFA and blood flow density were negatively correlated with BCVA (LogMAR) in patients with high myopia and MHRD, while DEZA was positively correlated with BCVA (LogMAR; all $P < 0.05$). Multiple linear regression analysis showed that CBFA, blood flow density, and DEZA were important influencing factors of BCVA at 3 and 6 mo after surgery (all $P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** Visual function of patients with high myopia and MHRD gradually increases after surgery, and is closely related to postoperative CBFA, DEZA and blood flow density. It is recommended to regularly monitor changes in OCT and OCTA indicators after surgery.

• **KEYWORDS:** high myopia; macular hole retinal detachment; optical coherence tomography; optical coherence tomography angiography; visual function; choriocapillary blood flow area; diameter of ellipsoid zone absence; blood flow density

Citation: Yang N, Wen XY, Zhang YL. Characteristics of macular microstructure changes after surgery for high myopia with macular hole retinal detachment and their correlation with visual function. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(2): 281-285.

0 引言

近年来,高度近视发病率逐年升高,且有年轻化趋势,同时高度近视还可能引发多种并发症,严重影响患者眼部健康与视觉生存质量^[1]。黄斑裂孔性视网膜脱离(macular hole retinal detachment, MHRD)则是高度近视患者的常见并发症,发生后导致患者具有一定致盲风险,患者发病后主要通过手术治疗,目前的常用手术方式为玻璃体切除联合内界膜填塞术^[2-3]。我国目前对于高度近视MHRD的研究主要集中于临床手术方式的选择以保证疗效,而对患者术后的预后情况观察较少,且主要通过光学相干断层成像检查(optical coherence tomography, OCT)观察视网膜结构恢复情况以及黄斑裂孔愈合情况,而忽略了对视网膜血流情况的观察^[4]。光学相干断层扫描血管成像技术(optical coherence tomography angiography, OCTA)不同于OCT,能清晰观察到黄斑区域解剖恢复情况,同时还可观察到脉络膜以及黄斑区域视网膜血流情况,是一种新型的无创血管显影检查技术,通过多角度、多指标评估患者预后情况^[5-6]。故本研究选择78例高度近视MHRD患者为研究对象,观察患者术后不同时间点黄斑微结构变化特征,分析其与视功能的相关性,进一步探讨OCT、OCTA变化对患者视功能的影响。

1 对象和方法

1.1 对象 选取保定市第一中心医院2019-01/2023-10期间收治的78例高度近视MHRD患者为研究对象。纳入标准:(1)既往有高度近视史,眼轴长度 ≥ 26 mm,平均等效球镜度数 ≥ -6.0 D;(2)符合高度近视MHRD的相关诊断标准^[7],并通过眼底、OCT、眼B超等检查诊断为

MHRD;(3)年龄18-75岁,均具备手术适应证并完成玻璃体切除联合内界膜填塞手术;(4)病历资料完善。排除标准:(1)既往有眼部手术史、患有眼部外伤或眼部肿瘤者;(2)合并眼底其他部位裂孔且视网膜脱离者;(3)合并脉络膜脱离者;(4)合并其他眼底病变造成的牵拉性视网膜脱离合并黄斑裂孔者;(5)术后视网膜脱离未复位、视网膜脱离复发以及视网膜增殖者。本研究经医院伦理委员会审批通过,伦理审批号:快[2021]031。参与者均自愿参与本研究并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 根据患者病历资料,收集患者年龄、性别、受教育程度、经济收入、眼轴长度范围、屈光不正度数、眼压等。并于术后不同时间点检查患者视功能与OCT、OCTA指标变化。

1.2.2 手术方法 手术由同一位主任医师完成。在球后麻醉下,所有患者行标准25G玻切三切口,切除玻璃体后,注入曲安奈德注射液染色,确认玻璃体后皮质清除干净,玻璃体腔注入吲哚菁绿注射液行内界膜染色,剥除黄斑区内界膜至血管弓,气液交换视网膜复位,选取合适大小内界膜行黄斑裂孔填塞,气液交换,所有患者行硅油填充。如患者白内障明显,联合行白内障超声乳化及人工晶状体(IOL)植入手术。

1.2.3 视功能检查 以最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)代表患者视功能,于术前,术后1、3、6 mo分别检查4次。采用国际标准视力表,并转换为最小分辨角对数视力(logarithm of the minimum angle of resolution, LogMAR)。LogMAR换算方法:指数=2.0,手动=2.3,光感=2.6。

1.2.4 OCT及OCTA检查 分别于术后1、3、6 mo采用OCT与OCTA技术检查患者黄斑中心凹脉络膜毛细血管层血流面积(choriocapillary blood flow area, CBFA),使用Zeiss Cirrus SD-OCT仪器进行,扫描模式设置为Angio Retina,以6 mm \times 6 mm的扫描范围测量CBFA,聚焦于视网膜色素上皮层下的脉络膜毛细血管层,计算以中心凹为中心、直径1 mm的圆形区域的血流面积。使用设备自带测量系统测量以黄斑中心凹为中心,直径1 mm圆形范围内的黄斑中心凹下脉络膜血流密度(简称血流密度)。系统默认脉络膜毛细血管层为Bruch's膜下9-31 μ m。应用OCT内置的卡尺功能在Cross Line模式下水平测量椭圆体带缺损直径(diameter of ellipsoid zone absence, DEZA)。

统计学方法:采用软件SPSS24.0进行分析。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,重复测量数据对比采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用SNK- q 检验。采用Pearson相关性分析OCT、OCTA变化特征与视功能的相关性,采用多元线性回归分析视功能的影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 患者78例78眼中,男25例25眼,女53例53眼;年龄42-65(54.86 \pm 8.03)岁;眼轴长度26.47-33.62(平均29.15 \pm 3.04)mm;屈光不正度数-7.5-22.2(平均-11.9 \pm 4.5)D。术后6 mo时所有患者眼压均 < 21 mmHg,均未发生严重并发症。术后检查发现视网膜完全复位患者74例,复位率为95%;黄斑裂孔闭合率为77%。

2.2 患者术后视功能检查结果 术前,术后 1、3、6 mo 患者 BCVA 分别为 1.81 ± 0.84 、 1.75 ± 0.79 、 1.49 ± 0.53 、 1.08 ± 0.44 , 差异有统计学意义 ($F=24.303$, $P<0.05$)。术后 1 mo 视力与术前差异无统计学意义 ($P>0.05$), 其余术后各时间点视力均较术前有明显改善, 差异有统计学意义 (均 $P<0.05$)。

2.3 患者术后不同时间点 OCT 及 OCTA 的变化 术后 1、3、6 mo, CBFA、DEZA、血流密度均有明显变化, CBFA 与血流密度逐渐升高, DEZA 逐渐下降, 差异有统计学意义 (均 $P<0.01$), 见表 1。典型病例图像见图 1。

2.4 高度近视 MHRD 患者术后不同时间点 OCT 及 OCTA 指标与视功能的相关性分析 相关性分析显示, 术后 1 mo 时, 患者 DEZA、血流密度与 BCVA 无相关性 (均 $P>0.05$), CBFA 与 BCVA (LogMAR) 呈负相关 ($P<0.05$); 术后 3、6 mo 时, 患者 CBFA、血流密度与 BCVA (LogMAR) 呈负相关, DEZA 与 BCVA (LogMAR) 呈正相关 (均 $P<0.05$), 见表 2。

2.5 高度近视 MHRD 患者术后视功能多元线性回归分析 将患者的 CBFA、DEZA、血流密度作为自变量, BCVA 作为因变量, 进行多元线性回归分析, 结果显示, 术后 3、6 mo 时, CBFA、血流密度、DEZA 均为 BCVA 的影响因素 (均 $P<0.05$), 见表 3。

3 讨论

MHRD 是高度近视最常见的严重并发症之一, 目前主要依靠玻璃体切除联合内界膜填塞术治疗^[8]。当前对于高度近视 MHRD 患者的术后视功能变化以及影响因素的关注度不足, 有相关研究发现黄斑的结构改变是影响视功能恢复的关键因素, 而视网膜的血流情况也对评估术后视功能的恢复具有重要价值^[9-10]。既往常用的 OCT 技术无法清晰观察视网膜血流情况, 因此临床中也常常忽略对视

网膜血流的监测。新兴的 OCTA 技术则能清晰观察黄斑区域解剖恢复情况与脉络膜以及黄斑区视网膜血流情况^[11], 故本研究采用新型血管显影技术 OCTA 联合 SD-OCT 观察高度近视 MHRD 患者的 CBFA、DEZA 以及血流密度, 分析其与患者术后视功能的关系, 为临床治疗及术后评估、跟踪随访提供影像学依据。

本研究结果显示, 术后随着时间推移, 术后 1、3、6 mo 时患者 BCVA 依次逐渐改善, CBFA 与血流密度也显著升高, DEZA 则显著降低, 提示患者术后视功能明显提高, 且 CBFA、DEZA、血流密度均随之改善。高度近视 MHRD 患者发病后脉络膜血供减少, 导致视网膜微循环血供随之减少, 进一步促使视功能下降, 玻璃体切除联合内界膜填塞术后视网膜复位率较高, 可有效恢复视网膜结构, 血供也相较于术前明显增加。经相关性分析显示, 术后 1 mo 时, 高度近视 MHRD 患者的 DEZA 与血流密度与 BCVA 无显著相关性, CBFA 与 BCVA 呈负相关。原因可能在于术后 1 mo 时恢复时间较短, 患者视网膜与脉络膜等各项功能尚未恢复完全, 未观察到其对视功能的明显影响。另外, 高度近视 MHRD 患者通常病情较为严重, 术后 1 mo 时部分患者黄斑裂孔尚未闭合, 且使用硅油填充也会导致黄斑裂孔闭合较慢, 同时术后 1 mo 时部分患者的视网膜也尚未完全复位, 导致脉络膜与视网膜的血供恢复较慢, 视功能尚不稳定, 这也可能是术后 1 mo 血流密度与 BCVA 无明显相关性的原因之一。

术后 3、6 mo 时, 患者 CBFA、血流密度与 BCVA (LogMAR) 呈负相关。MHRD 是孔源性视网膜脱离的一种, 发病后脉络膜血供减少甚至中断, 进一步导致外层视网膜的血供减少。OCTA 可对视盘周围放射状毛细血管丛、黄斑区浅层/深层毛细血管丛以及脉络膜毛细血管丛的血流面积与血流密度进行量化分析。有相关研究报道

表 1 高度近视 MHRD 患者术后不同时间点 OCT、OCTA 变化特征

时间	眼数	CBFA (mm ²)	DEZA (μm)	血流密度	$\bar{x} \pm s$
术后 1 mo	78	1.67±0.24	813.27±453.16	24.36±7.81	
术后 3 mo	78	1.82±0.13 ^a	590.89±421.38 ^a	27.74±8.12 ^a	
术后 6 mo	78	1.94±0.15 ^{a,c}	427.58±385.34 ^{a,c}	31.54±8.59 ^{a,c}	
<i>F</i>		44.146	16.504	15.042	
<i>P</i>		<0.01	<0.01	<0.01	

注:^a $P<0.05$ vs 术后 1 mo; ^c $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 2 高度近视 MHRD 患者术后不同时间点 BCVA 与 OCT、OCTA 指标的相关性分析

时间	CBFA		DEZA		血流密度	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
术后 1 mo	-0.481	<0.05	0.227	>0.05	-0.214	>0.05
术后 3 mo	-0.593	<0.05	0.572	<0.05	-0.546	<0.05
术后 6 mo	-0.748	<0.05	0.736	<0.05	-0.723	<0.05

表 3 术后 3、6 mo 高度近视 MHRD 患者视功能多元线性回归分析

指标	术后 3 mo					术后 6 mo				
	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>t</i>	<i>P</i>
CBFA	1.157	0.496	0.263	2.485	0.007	1.268	0.472	0.237	3.015	0.003
DEZA	-0.963	0.317	-0.432	-2.306	0.013	-0.974	0.348	-0.404	-2.826	0.008
血流密度	0.852	0.409	0.336	2.896	0.009	1.083	0.510	0.249	2.237	0.005

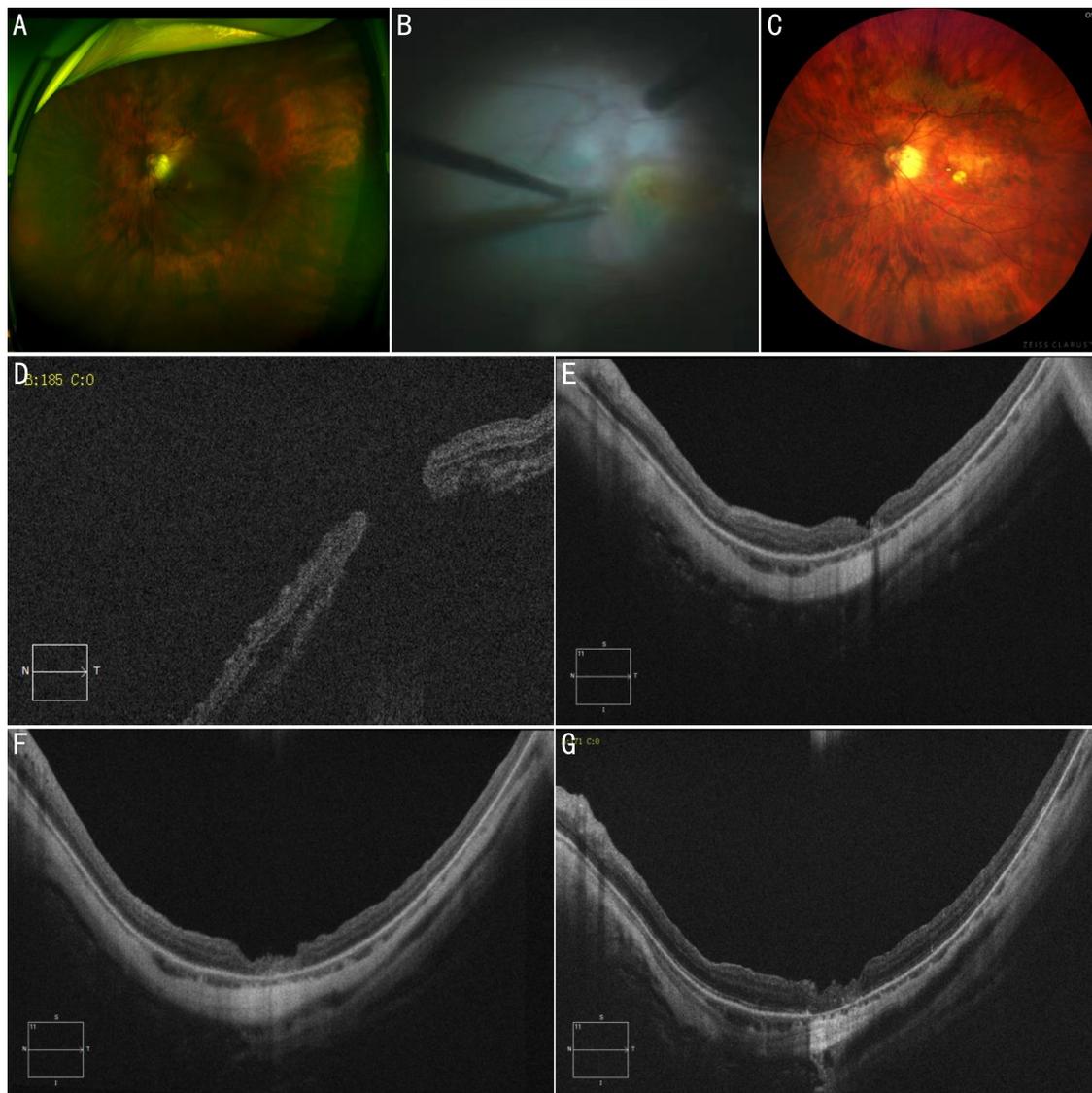


图1 高度近视黄斑裂孔患者眼底像及OCT图像 A:术前眼底像,可以观察到后极部视网膜脱离;B:术中眼底像,剥除内界膜并填塞;C:术后眼底像,玻璃体腔硅油填充,视网膜复位;D:术前OCT图像,黄斑裂孔、视网膜脱离,因脱离高度过高,无法观察到RPE及脉络膜;E:术后1 mo OCT图像,可以观察到内界膜填塞,黄斑裂孔闭合,椭圆体带不连续,视力左眼0.02;F:术后3 mo OCT图像,黄斑裂孔愈合,组织结构层次不清,视力左眼0.1;G:术后6 mo OCT图像,黄斑裂孔闭合好,各层次结构清晰,视力左眼0.12。

丰富的脉络膜血流供应能有效促进术后BCVA的改善及整体视觉质量的改善,这是基于黄斑区、脉络膜以及视网膜之间的结构组织判断的^[12]。同时,有研究发现OCTA与OCT技术对孔源性视网膜脱离术后视功能的预测具有重要价值^[13],与本研究结论一致。黄斑区是耗氧量极高的区域,几乎完全依赖于脉络膜的血流供应,健康情况下,脉络膜脉管系统的血流供应远大于视网膜脉管系统的血流供应,若脉络膜血供减少则会导致黄斑区出现缺血、缺氧现象,会对患者视力产生严重损害,不利于视功能的恢复^[14-15]。视网膜由多级神经元细胞组成,耗氧量较大,对缺血与缺氧现象极为敏感,视网膜与脉络膜的微循环障碍,如CBFA减少、血流密度降低可能导致视网膜功能下降^[16],反之,CBFA与血流密度的升高也可能提示视功能的提高。

术后3、6 mo时,DEZA与BCVA(LogMAR)呈正相关。有研究^[17-18]发现特发性黄斑裂孔患者术前视功能较差与椭圆体带出现较大缺损存在一定联系,术后视功能恢复较好的患者椭圆体带缺损明显减少或已完成椭圆体带

重建,说明术后视功能的恢复与椭圆体带缺损的恢复密切相关。与本研究结论相符。原因可能在于既往常用的时域OCT技术只能观察到黄斑区光感受器细胞层的厚度变化或者连接是否完整,不能完全观察到光感受器细胞层的再生或重新排列^[19]。因此本研究采用频域OCT技术观察到高度近视MHRD患者术后DEZA的变化,发现随着时间推移,DEZA明显下降,说明椭圆体带逐渐恢复重建,视功能随之恢复更好,与DEZA的变化呈负相关性。本研究进一步进行多元线性回归分析,证实术后3、6 mo时,高度近视MHRD患者的CBFA、血流密度、DEZA为BCVA的重要影响因素,因此建议高度近视MHRD患者术后密切关注OCT/OCTA指标变化,尤其是视网膜与脉络膜的微循环血流供应变化,有助于评估视功能的恢复情况,为随访管理策略调整提供依据。

综上所述,高度近视MHRD患者术后时间越长,视功能恢复越好,且术后3、6 mo时,视功能与CBFA、血流密度呈负相关,与DEZA呈正相关,且上述指标均为影响患者视功能恢复的重要影响因素,因此术后可采用OCT/OCTA

技术观察黄斑微结构相关指标的变化特征,以更好地帮助患者恢复视功能。本研究样本量有限,随访期短,且因检测项目有限,OCT/OCTA分析指标有限,相关结论及OCT/OCTA检查黄斑微结构指标的远期变化特征有待进一步论证。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:杨娜论文选题与修改,初稿撰写;温晓英文献检索,数据分析;张月玲选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 朱文魁,李文帅,徐培珊. PPV联合内界膜翻转填塞术治疗高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离. 国际眼科杂志, 2023, 23(4): 640-643.

[2] Zhang XT, Wang JX, Chen S. Clinical observation of vitrectomy combined with endolaser photocoagulation at the edge of posterior scleral staphyloma for macular hole retinal detachment in high myopia. *Int J Ophthalmol*, 2022, 15(10): 1650-1656.

[3] 潘奕吉,杨家翼,易贝茜,等. 内界膜翻转覆盖与内界膜多层填塞治疗高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离的疗效对比观察. 中华眼底病杂志, 2023, 39(12): 964-968.

[4] 陈利双,陈皓皓,魏建丽,等. 多模式影像引导下联合激光治疗黄斑中心凹旁渗出性血管异常复合体1例. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2024, 26(4): 307-308.

[5] 仇蕊倩,高自清. OCTA评估视网膜脱离行玻璃体切除联合硅油填充后黄斑区和视盘区血流变化. 临床眼科杂志, 2023, 31(3): 215-218.

[6] 李青楠,刘炯,杨光,等. 相干光层析血管成像术对孔源性视网膜脱离复位术后黄斑区血流状况的诊断作用. 临床眼科杂志, 2023, 31(2): 97-100.

[7] Kang SW, Ahn K, Ham DI. Types of macular hole closure and their clinical implications. *Br J Ophthalmol*, 2003, 87(8): 1015-1019.

[8] 石莲军,张苏,徐向忠,等. 巩膜外黄斑外垫压术治疗硅油填充

术后复发性超高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离. 眼科新进展, 2019, 39(3): 267-269.

[9] 阮婷,高艳,陈楠,等. 内界膜翻转填塞与内界膜剥除治疗高度近视黄斑裂孔性视网膜脱离的疗效比较. 临床眼科杂志, 2021, 29(2): 106-110.

[10] 王文娟,王舒怡,张纤,等. 特发性黄斑裂孔患者脉络膜血循环的量化分析. 临床眼科杂志, 2021, 29(1): 29-32.

[11] 付燕,陈松,顾朝辉,等. 孔源性视网膜脱离患眼手术后黄斑中心凹无血管区面积与视功能的相关性研究. 中华眼底病杂志, 2020, 36(5): 354-357.

[12] Hong EH, Cho H, Kim DR, et al. Changes in retinal vessel and retinal layer thickness after vitrectomy in retinal detachment *via* swept-source OCT angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2020, 61(2): 35.

[13] 胡卫文,黄雄高. OCT/OCTA对孔源性视网膜脱离玻璃体切除术后视功能的预测价值. 国际眼科纵览, 2021, 45(6): 506-512.

[14] McKay KM, Vingopoulos F, Wang JC, et al. Retinal microvasculature changes after repair of macula-off retinal detachment assessed with optical coherence tomography angiography. *Clin Ophthalmol*, 2020, 14: 1759-1767.

[15] 张逸非,都婉红,赵梅生,等. OCTA检测高度近视患者视网膜脉络膜厚度及血流变化的研究进展. 国际眼科杂志, 2023, 23(4): 597-601.

[16] 李思园,赵芃芃,秦梅. 特发性黄斑裂孔患眼黄斑中心凹脉络膜毛细血管层血流面积和椭圆体带缺损直径与视力恢复的相关性分析. 中华眼底病杂志, 2021, 37(2): 127-132.

[17] 韩晓蕾,郝玉华,周娜磊,等. 特发性黄斑裂孔患眼手术前后黄斑区脉络膜毛细血管血流面积和密度的初步观察. 中华眼底病杂志, 2019, 35(6): 588-592.

[18] Zou JL, Zeng J. The macular microstructure repair and predictive factors of surgical outcomes after vitrectomy for idiopathic macular hole. *Int J Ophthalmol*, 2019, 12(5): 852-857.

[19] 周末,陈莉莉,李婧,等. OCT光学放大效应对儿童青少年轻度近视黄斑区视网膜厚度测量的影响. 国际眼科杂志, 2024, 24(9): 1481-1485.