

## • 诊治分析 •

基于血流 OCT 对特发性黄斑裂孔术后疗效的  
评估价值

戚雪敏, 高小明, 刘鸿飞, 朱益波, 范正娟, 卓优儿

【关键词】 特发性黄斑裂孔; 光学相干断层扫描血管成像; 光学相干断层扫描

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2024.03.019

【中图分类号】 R774.5 【文献标志码】 A 【文章编号】 1671-0800(2024)03-0348-03

特发性黄斑裂孔(idiopathic macular hole, IMH)因黄斑中心凹处全层神经上皮层的缺失造成视力下降、中心暗点和视物变形,玻璃体切割联合眼内气体填充是治疗 IMH 的有效方法<sup>[1]</sup>。近年来随着手术技术的改进,尽管 IMH 术后闭合率达到 90%以上<sup>[2-3]</sup>,视力也得到部分提升,但仍有多数患者术后视力恢复不佳<sup>[4]</sup>。以往认为黄斑裂孔术后视力预后与黄斑中心凹处外界膜的完整性、椭圆体带和交叉区的修复相关<sup>[5-6]</sup>,观察这些指标通常借助传统的 OCT 就能完成。近期有研究认为黄斑裂孔术后的视力恢复与视网膜血管和神经参与有关,传统的 OCT 仅能从二维角度观察黄斑裂孔术后修复的结构变化,无法观察视网膜血管、神经在黄斑裂孔修复中的改变,更不能对视网膜血管的变化进行量化评价,而新型无创 OCT 血管成像技术(optical coherence tomography angiography, OCTA)可以对黄斑区视网膜各层次的结构和血管血流的解剖结构进行三维快速全面分析<sup>[7]</sup>,已用于各类眼底疾病的研究。本研究旨在利用 OCTA 探讨 IMH 术后视网膜神经、血管修复对视功能的影响,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集 2019 年 6 月至 2021 年 6 月在宁波爱尔光明眼科医院确诊为 IMH 患者 26 例(26 眼),其中男 9 例 9 眼,女 17 例 17 眼;年龄 49 ~ 76 岁,平均(65.1±5.1)岁;病程 4 ~ 720 d,平均(154.15±206.26) d。人工晶体眼 2 眼,有晶体眼 24

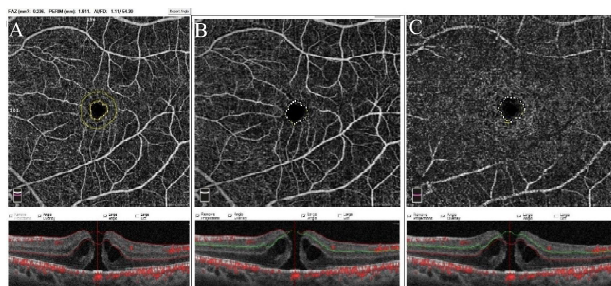
眼,其中联合白内障超声乳化摘除并人工晶体植入 7 眼。纳入标准:等效球镜屈光度 $<-3.0$  D 且 OCT 显示黄斑区视网膜全层断裂患者。排除标准:(1)双眼黄斑裂孔;(2)高度近视性黄斑裂孔;(3)外伤性黄斑裂孔;(4)黄斑孔源性视网膜脱离;(5)复发性黄斑裂孔或手术后裂孔未闭合;(6)伴有黄斑前膜;(7)板层黄斑裂孔;(8)既往其他眼底疾病,青光眼病史;(9)OCTA 图像质量数值  $Q < 5$ ;(10)术后随访时间少于 6 个月的患者。本研究获得宁波爱尔光明眼科医院伦理委员会,所有研究对象均同意参加本研究并签署书面知情同意书。

## 1.2 方法

1.2.1 术前检查 所有患者术前均接受详细全面的术前检查,包括最佳矫正视力(BCVA)(Snellen 视力表)、眼压、B 超、眼轴测量(IOLMaster 500,德国 Carl Zeiss 公司),散瞳下 90 D 前置镜眼底检查,彩色眼底照相。

1.2.2 OCTA 检查 采用美国 Optovue 公司 RTVueXR100-2OCT 仪对术前和术后黄斑区进行 OCT、OCTA 扫描,扫描范围 3 mm×3 mm 或 6 mm×6 mm,利用 ImageJ 软件测量浅层和深层 FAZ 及 FD300,见图 1。

1.2.3 手术方法 所有患眼在球后神经阻滞麻醉下



注:A 为 OCTA 自带测量视网膜层中心凹无血管面积 FAZ 和 FD300 血流密度,B 为 ImageJ 软件测量视网膜浅层中心凹无血管面积 FAZ,C 为 ImageJ 软件测量视网膜深层中心凹无血管面积

图 1 OCTA 检查图

基金项目: 宁波市医学科技计划项目(2019Y40)

作者单位: 315000 宁波,宁波爱尔光明眼科医院

通信作者: 高小明,Email: xmg2002@163.com

行 25G 经睫状体平坦部标准三通道玻璃体切割术, 切除中央部及周边部玻璃体, 0.05% 吲哚菁绿染色黄斑区内膜, 以黄斑为中心向心性剥离内界膜, 保留黄斑中心凹上方 1/2PD 的 ILM, 将其向下翻转覆盖于黄斑裂孔表面, 行气液交换, 玻璃体腔填充滤过空气, 术后俯卧位。术中尽量保留晶状体, 如晶状体混浊影响手术操作, 予以联合白内障超声乳化人工晶体植入, 所有手术均由同一名医师完成。

1.2.4 术后随访 术后 1 和 6 个月进行眼部检查, 包括 BCVA、非接触式眼压、OCTA 和彩色眼底照相。

1.3 统计方法 采用 SPSS 24.0 统计软件进行分析, K-S 检验数据正态性分布, BCVA 换算为 logMAR 视力, 计量资料以均数±标准差表示, 所有数据均进行正态性检验, 符合正态分布的多组重复测量数据采用方差分析, 不符合正态分布的采用广义估计方程分析, 两组比较采用独立样本 *t* 检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 黄斑裂孔愈合情况 术前黄斑裂孔基底横径 498 ~ 1 520 μm, 平均(923.08±292.70)μm; 裂孔基底垂直径 459 ~ 1 410 μm, 平均(872.88±269.22)μm; 裂孔基底 524 ~ 1 465 μm, 平均(897.98±277.22)μm; 术后黄斑裂孔愈合 26 眼(100%), 术中及术后均未发生并发症。

2.2 视力 术前 logMAR 视力 0.94±0.41, 术后 1 个月 logMAR 视力 0.89±0.60, 两者差异无统计学意义( $t=0.42, P > 0.05$ ); 术后 6 个月 logMAR 视力 0.72±0.63, 术后 6 个月与术后 1 个月的视力差异有统计学意义( $t=5.22, P < 0.05$ )。

2.3 FAZ 结果 术后 1 个月 FAZ、浅层和深层 FAZ 均收缩减小, FD300 也降低, 与术前差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 术后 6 个月的 FAZ、浅层和深层 FAZ 及 FD300 与术后 1 个月差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 术后 6 个月时 FAZ、浅层和深层 FAZ 有所扩大, FD300 升高, 深层 FAZ 与术前差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 而 FAZ、浅层 FAZ 和 FD300 与术前差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ); 术后 1 和 6 个月的 FAZ、浅层和深层 FAZ 及 FD300 与术前差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ), 见表 1。

2.4 ELM 一组与 ELM + 组 FAZ、FD300 的变化比较 依据 OCT 结果将外界膜层(ELM)愈合状态分为 ELM 愈合组(ELM+)和 ELM 未愈合组(ELM-)。术后 1 个月, ELM+ 组 15 例 15 眼(57.69%), ELM- 组 11 例 11 眼(42.31%); ELM+ 组平均深层 FAZ、FD300 均高于 ELM- 组(均  $P < 0.05$ ); 术后 6 个月时, ELM+ 组 19 例 19 眼(73.08%), ELM- 组 7 例 7 眼(26.92%), ELM+ 组深层 FAZ、FD300 均高于 ELM- 组(均  $P < 0.05$ ), 见表 2。

3 讨论

相较于传统 OCT 成像系统, OCTA 不仅能为视网膜以及脉络膜提供高分辨率、分层清晰的三维图像, 而且也能有效检测和评价视网膜的功能和结构变化<sup>[8]</sup>。

黄斑裂孔手术成功的标志为 OCT 图像上裂孔的收缩闭合。Pak 等<sup>[9]</sup>研究发现特发性黄斑裂孔闭合呈向心性收缩, 黄斑区整体向鼻下方轻度移位, 其中深层视网膜收缩更明显, 提示黄斑裂孔闭合过程中有视网膜血管神经收缩的参与。常规 OCT 仅能

表 1 IMH 眼前、术后 1 和 6 个月 FAZ、浅层 FAZ、深层 FAZ 和 FD300 变化情况

| 指标                       | 术前         | 术后 1 个月                 | 术后 6 个月                 | <i>F</i> 值 | <i>P</i> 值 |
|--------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
| FAZ(mm <sup>2</sup> )    | 0.36±0.11  | 0.23±0.09 <sup>a</sup>  | 0.28±0.09               | 11.62      | < 0.05     |
| 浅层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 0.49±0.16  | 0.34±0.14 <sup>a</sup>  | 0.43±0.18 <sup>b</sup>  | 5.42       | < 0.05     |
| 深层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 0.42±0.15  | 0.19±0.10 <sup>a</sup>  | 0.26±0.12 <sup>bc</sup> | 21.70      | < 0.05     |
| FD300(%)                 | 51.14±5.97 | 43.59±6.83 <sup>a</sup> | 47.77±8.67 <sup>b</sup> | 7.09       | < 0.05     |

注: a 为与术前比较, b 为与术后 1 个月比较, c 为与术前比较, 均  $P < 0.05$ 。

表 2 术后 1 和 6 个月 ELM 一组与 ELM + 组 FAZ、FD300 的变化比较

| 组别         | 术后 1 个月               |                          |                          |            | 术后 6 个月               |                          |                          |            |
|------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
|            | FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 浅层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 深层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | FD300(%)   | FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 浅层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | 深层 FAZ(mm <sup>2</sup> ) | FD300(%)   |
| ELM 一组     | 0.20±0.09             | 0.39±0.19                | 0.10±0.06                | 37.17±4.86 | 0.22±0.09             | 0.58±0.27                | 0.10±0.02                | 36.73±4.79 |
| ELM + 组    | 0.25±0.09             | 0.31±0.09                | 0.26±0.06                | 48.30±3.23 | 0.30±0.09             | 0.38±0.09                | 0.32±0.08                | 51.84±5.65 |
| <i>t</i> 值 | 1.39                  | 1.27                     | 6.42                     | 7.02       | 1.88                  | 1.91                     | 7.17                     | 6.27       |
| <i>P</i> 值 | > 0.05                | > 0.05                   | < 0.05                   | < 0.05     | > 0.05                | > 0.05                   | < 0.05                   | < 0.05     |

提供断层信息,不能显示二维视网膜血管形态变化;而OCTA的视网膜血管神经分层优势和自带的血流信息,有利于进一步阐明特发性黄斑裂孔术后血管神经的修复机制。FAZ是OCTA黄斑中心凹无血管面积。多项研究表明特发性黄斑裂孔经手术成功闭合后,与对照组相比,浅、深两层FAZ均收缩,血流密度降低<sup>[10-11]</sup>,深层FAZ缩小更加明显<sup>[12-13]</sup>。但以往研究仅有一个术后3个月或6个月的时间观察点,不能反应FAZ的动态变化过程。本研究增加术后1个月的观察点,观察术后1个月和6个月两个随访时间点的FAZ变化,进一步深入探索黄斑裂孔闭合的视网膜血管神经修复的机制。

本研究结果显示特发性黄斑裂孔手术闭合后,术后1个月浅层、深层FAZ均比术前缩小,术后6个月深层FAZ收缩更明显,结果与以往研究报道一致。但术后1个月到术后6个月,浅层、深层FAZ有扩大趋势,这是以往文献未有报道的。推测术后早期内层胶质增生牵拉裂孔两端边缘浅、深视网膜组织连接,导致FAZ缩小;后胶质退行消失,各层视网膜组织因为胶质的退行得到一定程度的松懈,FAZ逐渐变大。FD300反应黄斑中心凹FAZ 300 $\mu\text{m}$ 内的血流密度,研究表明特发性黄斑裂孔术后,视网膜血流密度与视网膜敏感度成正相关,反映视网膜血流密度增加有利于视网膜功能恢复<sup>[14]</sup>。目前有关IMH术后FD300的变化报道极少。梁冬青等<sup>[15]</sup>报道IMH术后6个月FD300比术前增高,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究结果显示术后6个月FD300与术前相比差异也无统计学意义,但是FD300术后经历先降低后增加的变化趋势。推测术后1个月是不伴有视网膜血流参与的内层胶质增生时间,导致FD300比术前低,后续ELM连接才是光感受器修复的开始,血流密度的增加有利于光感受器修复和胶质增生的退化消失。为了进一步验证本推测,将术后1个月和术后6个月依据ELM的愈合状态进行分组,结果表明ELM修复组相比ELM未修复组深层FAZ增大、FD300血流密度高,支持ELM修复存在随胶质退行,深层FAZ增加,血流参与黄斑裂孔闭合修复的推测。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] KELLY N K, WENDEL R T. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study[J]. Arch Ophthalmol, 1991, 109(5): 654-659.
- [2] ITTARAT M, SOMKIJRUNGROJ T, CHANSANGPETCH S, et al. Literature review of surgical treatment in idiopathic full-thickness macular hole[J]. Clin Ophthalmol, 2020, 30(14): 2171-2183.
- [3] GU C, QIU Q. Inverted internal limiting membrane flap technique for large macular holes: a systematic review and single-arm meta-analysis[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2018, 256(6): 1041-1049.
- [4] SHPAK A A, SHKVORCHENKO D O, SHARAFETDINOV I, et al. Predicting anatomical results of surgical treatment of idiopathic macular hole[J]. Int J Ophthalmol, 2016, 9(2): 253-257.
- [5] YILMAZ T B, KARABAS L, YENIHAYAT F, et al. Correlation of visual recovery and increased ellipsoid zone reflectivity after successful macular hole surgery[J]. Turk J Ophthalmol, 2020, 50(5): 283-287.
- [6] RAMTOHUL P, PARRAT E, DENIS D, et al. Inverted internal limiting membrane flap technique versus complete internal limiting membrane peeling in large macular hole surgery: A comparative study[J]. BMC Ophthalmol, 2020, 20(1): 11.
- [7] TEY K Y, TEO K, TAN A C S, et al. Optical coherence tomography angiography in diabetic retinopathy: a review of current applications[J]. Eye Vis (Lond), 2019, 6: 37.
- [8] CAMINO A, ZHANG M, GAO S S, et al. Evaluation of artifact reduction in optical coherence tomography angiography with real-time tracking and motion correction technology[J]. Biomed Opt Express, 2016, 7(10): 3905-3915.
- [9] PAK K Y, PARK K H, KIM K H, et al. Topographic Changes of the macula after closure of idiopathic macular hole[J]. Retina, 2017, 37(4): 667-672.
- [10] WILCZYNSKI T, HEINKE A, NIEDZIELSKA-KRYCIA A, et al. Optical coherence tomography angiography features in patients with idiopathic full-thickness macular hole, before and after surgical treatment[J]. Clin Interv Aging, 2019, 14: 505-514.
- [11] KIM Y J, JO J, LEE J Y, et al. Macular capillary plexuses after macular hole surgery: an optical coherence tomography angiography study[J]. Br J Ophthalmol, 2018, 102(7): 966-970.
- [12] CHO J H, YI H C, BAE S H, et al. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography[J]. BMC Ophthalmol, 2017, 17(1): 217.
- [13] HAMZAH F, SHINOJIMA A, NAKASHIZUKA H, et al. Foveal avascular zone area analysis in macular hole before and after surgery using optical coherence tomography angiography[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2018, 49(5): 329-335.
- [14] BABA T, KAKISU M, NIZAWA T, et al. Regional densities of retinal capillaries and retinal sensitivities after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling[J]. Retina, 2020, 40(8): 1585-1591.
- [15] 梁冬青, 刘玉燕, 董益, 等. 特发性黄斑裂孔手术前后微视野及光相干断层扫描血管成像变化特征[J]. 中华眼底病杂志, 2020, 36(7): 533-538.

收稿日期: 2023-11-10

(本文编辑: 陈志翔)