

OCT和OCTA在特发性黄斑前膜术后视力预测中的研究进展

王春光 唐爱东*

(赣南医科大学第一附属医院,江西 赣州 341000)

摘要: 光学相干断层扫描(OCT)和光学相干断层扫描血管成像(OCTA)作为无创、高分辨率的成像技术,在特发性黄斑前膜(IERM)术后视力预测中展现出重要价值。本文综述了近年来OCT和OCTA在IERM术后视力预测中的研究进展,涵盖了黄斑中心凹厚度(CFT)、光感受器内外节(IS/OS)完整性、嵌合体带(IZ)完整性、黄斑中心凹轮廓与形态、光感受器外节(PRO)长度等多个参数,以及这些参数与术后视力恢复之间的相关性。此外,本文还探讨了OCTA在评估黄斑区视网膜血流变化中的应用,为临床工作者确定手术时机、评估手术效果及预测术后视力提供了科学依据。

关键词: 光学相干断层扫描;光学相干断层扫描血管成像;特发性黄斑前膜;术后视力预测;黄斑区视网膜结构

中图分类号:R774.5

文献标识码:A

文章编号:3006-0036(2025)03-0010-04

DOI: 10.12462/FMR.issn3006-0036.2025.03.004

Research Progress of OCT and OCTA in Predicting Visual Acuity after Idiopathic Macular Membrane Surgery

Chunguang Wang, Aidong Tang*

(First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract: Optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomography angiography (OCTA), as non-invasive and high-resolution imaging techniques, have shown significant value in predicting postoperative visual acuity in idiopathic macular membrane (IERM). This article reviews the research progress of OCT and OCTA in predicting postoperative visual acuity after IERM in recent years, covering multiple parameters such as macular foveal thickness (CFT), integrity of photoreceptor inner and outer segments (IS/OS), integrity of chimeric zone (IZ), contour and morphology of macular fovea, length of photoreceptor outer segment (PRO), and their correlation with postoperative visual recovery. In addition, this article also explores the application of OCTA in evaluating changes in retinal blood flow in the macular area, providing a scientific basis for clinical workers to determine the timing of surgery, evaluate surgical outcomes, and predict postoperative vision.

Keywords: optical coherence tomography; optical coherence tomography angiography; idiopathic macular membrane; postoperative visual acuity prediction; retinal structure in macular area

特发性黄斑前膜是一种中老年人群常见的眼科疾病,早期患者常无明显症状,而后随着进一步发展,患者可表现为视力下降、视物变形等表现,其发病机制尚不明确,研究认为其主要与年龄和玻璃体后脱离有关(PVD)^[1]。但手术是治疗该疾病的主要方式^[2]。然而,手术时机的选择和术后视力的恢复一直是临床关注的焦点。近年来,随着OCT和OCTA技术的不断发展,这两种无创、高分辨率的成像技术在IERM的术前诊断和术后评估中发挥了重要作用^[3]。本文旨在综述OCT和OCTA在IERM术后视力预测中的最新研究进展,以为临床工作者提供有价值的参考。

1 OCT在IERM术后视力预测中的应用

OCT作为一种非侵入性的成像技术,能够清晰地显示黄斑区视网膜的微结构,包括视网膜各层的厚度、形态以及

光感受器内外节的完整性等^[4]。在IERM术后视力预测中,OCT参数如CFT、IS/OS完整性、IZ完整性等被广泛关注。

1.1 黄斑中心凹厚度(CFT)

CFT是评估IERM术后视力恢复的重要指标之一。多项研究表明,术前CFT与术前最佳矫正视力(BCVA)呈正相关,而术后CFT的降低与术后BCVA的改善存在相关性^[5],Jianbo Mao等^[6]观察特发性视网膜玻璃体切除术(IERM)患者的变质视、视力和中央黄斑厚度(CMT)的变化,根据光学相干断层摄影(OCT)B扫描图像上所看到的黄斑的解剖结构,将其分为四个阶段,比较每个阶段的术前和术后测量结果,只有BCVA和CFT在所有阶段都有显著的改善,且具有相关性。然而,不同研究对于CFT与术后视力恢复的具体关系存在争议。一些研究认为,术前CFT较高的患者术后视力恢复可能更差,而另一些研究则发现CFT与术后视力

作者简介: 王春光,硕士研究生在读,研究方向为眼底。通讯作者:唐爱东,本科,主任医师,研究方向为眼底玻璃体视网膜疾病和眼眶病。

恢复无显著相关性^[7]。这些差异可能与患者病情的严重程度、手术方式的选择以及术后随访时间的长短等因素有关。

1.2 光感受器内外节(IS/OS)完整性

IS/OS是光感受器的重要组成部分,其完整性对于视觉功能的维持至关重要。在IERM患者中,IS/OS的破坏是常见的病理改变之一。多项研究表明,术前IS/OS的完整性与术后视力恢复存在显著相关性^[8]。Nana Meng等回顾性研究IERM手术患者^[9]。在手术前和手术后1,3,6个月,获得了最好矫正视力(BCVA)、变形视和视网膜图像。用配对样本对视网膜中央厚度(CFT)、神经节细胞层(GCL)厚度、内核层(INL)、外核层+外丛状层(ONL+OPL)和IERM手术前后光受体内外段连接的连续性进行比较,发现术后6个月BCVA与IS/OS破坏的严重程度密切相关。术前IS/OS完整的患者术后视力恢复通常较好,而IS/OS中断的患者术后视力恢复则较差^[10]。这一发现提示,在评估IERM患者术后视力恢复潜力时,应充分考虑IS/OS的完整性。

1.3 嵌合体带(IZ)完整性

IZ是视网膜光感受器内外节之间的连接结构,其完整性对于视觉功能的维持同样重要。与IS/OS类似,IZ的破坏也是IERM患者的常见病理改变之一。研究表明,术前IZ的完整性与术后视力恢复存在显著相关性^[11]。Tiago Filipe Fernandes等在患者术前和术后12个月收集最佳视力(IZ)和sd-OCT观察到的视网膜层特征的数据,得出基线BCVA和次凹基线IZ的完整性是最终BCVA的预测因子^[12]。术前IZ完整的患者术后视力恢复通常较好,而IZ中断的患者术后视力恢复则较差。此外,一些研究还发现IZ缺损长度与术后BCVA存在显著相关性,可作为IERM术后视力预测的指标之一。

1.4 黄斑中心凹轮廓与形态

黄斑中心凹的轮廓和形态对于视觉功能的维持具有重要意义。在IERM患者中,黄斑中心凹的轮廓和形态可能发生改变,如中心凹轮廓凸出、中心凹形态不规则等。有些IERM患者手术过程涉及内界膜的剥除,此方式同样也会改变黄斑中心凹轮廓与形态。研究发现大量视网膜碎片附着在被清除的ILM上,不会影响视力。然而,Muller细胞损伤的超微结构表现可能与手术后多焦视网膜电图上的细微黄斑功能障碍有关^[13]。然而,关于黄斑中心凹轮廓和形态与术后BCVA相关性的研究证据并不充足。一些研究未发现两者之间存在显著关联,而另一些研究则发现术前中心凹轮廓为“圆拱形”的患者术后视力提升可能更大。这些差异可能与患者病情的严重程度、手术方式的选择以及术后随

访时间的长短等因素有关。

1.5 光感受器外节(PRO)长度

PRO是光感受器的重要组成部分之一,其长度与视觉功能的维持密切相关。在IERM患者中,PRO长度的缩短是常见的病理改变之一。研究表明,术前PRO长度与术后视力恢复存在显著相关性^[14]。术前PRO较长的患者术后视力恢复通常较好,而PRO较短的患者术后视力恢复则较差。然而,也有研究未发现手术前后PRO长度的变化量与术后视力提高之间存在显著相关性。

2 OCTA在IERM术后视力预测中的应用

OCTA作为一种无创、高分辨率的血管成像技术,可提供视网膜和脉络膜中血流的深度分辨图像,其细节水平远远超过旧式成像所能获得的最高水平。OCTA本质上就是立体扫描,它可以提供三维血流图像,分层观察视网膜浅层、深层毛细血管及脉络膜的毛细血管。在IERM术后视力预测中,OCTA参数如视网膜血流密度、黄斑中心凹无血管区(FAZ)面积等被广泛关注。

2.1 视网膜血流密度

视网膜血流密度是评估IERM术后视网膜血流恢复情况的关键指标。OCTA能够清晰地显示浅层毛细血管丛(SCP)和深层毛细血管丛(DCP)的血流状况,为研究者提供了量化分析的基础。多项研究表明,IERM术后视网膜血流密度通常会出现增加的趋势,且这种增加与术后最佳矫正视力(BCVA)的改善呈正相关^[15]。具体而言,SCP和DCP血流密度的增加意味着视网膜血流灌注的改善,这有助于视网膜功能的恢复,进而促进术后视力的提高。

2.2 黄斑中心凹无血管区(FAZ)面积

FAZ是黄斑区视网膜的一个重要结构,其面积的变化能够反映视网膜血流的恢复情况。OCTA技术能够精确测量FAZ面积,为评估IERM术后视网膜血流恢复提供了有力工具。在IERM发病初期,黄斑部视网膜反光强,形似玻璃纸样,进一步发展牵拉视网膜,出现黄斑皱缩,同时引起FAZ面积减小。研究表明,IERM术后解除牵拉,FAZ面积通常会增大,且这种增大与术后视力恢复存在显著相关性^[16]。FAZ面积的增大意味着视网膜血流灌注范围的扩大,这有助于改善视网膜的营养供应和氧气交换,进而促进术后视力的恢复。然而,也有研究发现FAZ面积的变化与术后视力恢复无显著相关性,Puren Isik-Ericek等采用OTT-A法,对术前和术后6个月内的SCP和DCP的血流密度、FAZ面积等进行了评价,发现术后FAZ面积无显著性差异。这些差异可能与患者病情的特异性、手术操作的精细程度以及术

后护理的质量等因素有关。因此,在评估FAZ面积与术后视力恢复相关性时,需要综合考虑多种因素,以得出更加准确的结论。

2.3 黄斑区视网膜血流形态结构的改变

除了血流密度和FAZ面积外,OCTA还能够显示黄斑区视网膜血流的形态结构改变。研究数据显示,与健康眼相比,单侧IERM患者的同侧眼睛的血流量显著减少^[17]。在IERM术后,随着黄斑前膜的剥离和视网膜结构的重建,黄斑区视网膜血流的形态结构会发生显著变化。这些变化包括视网膜毛细血管的重新排列、血流信号的增强以及血流路径的优化等。这些形态结构的改变对于视网膜功能的恢复具有重要意义。IERM引起微血管变化,包括浅表毛细血管丛(SCP)和深部毛细血管丛(DCP)的中央凹无血管区(FAZ)收缩和黄斑血管密度(VD)降低。这些变化与术前和/或术后最佳矫正视力(BCVA)显著相关。具体而言,视网膜毛细血管的重新排列有助于改善血流灌注的均匀性,减少局部缺血的风险;血流信号的增强则表明视网膜血流灌注量的增加,有助于改善视网膜的营养供应和氧气交换;血流路径的优化则能够减少血流阻力,提高血流效率。这些形态结构的改变共同促进了视网膜功能的恢复,进而有助于术后视力的提高。

2.4 OCTA与其他技术的联合应用

为了更全面地评估IERM术后视网膜的恢复情况并预测术后视力,OCTA常常与其他技术联合应用。例如,OCTA可以与OCT联合使用,以同时观察视网膜的结构和血流变化;还可以与荧光素眼底血管造影(FFA)等技术结合,以提供更丰富的血流信息。这种联合应用的方式能够更准确地评估视网膜的恢复情况,并为临床工作者提供更加科学的决策依据。此外,随着人工智能技术的不断发展,基于OCTA图像的深度学习算法也开始应用于IERM术后视力的预测中。这些算法通过自动分析OCTA图像中的血流特征,能够更快速地预测术后视力恢复情况,并为临床工作者提供更加便捷的辅助工具。

3 OCT和OCTA在IERM术后视力预测中的联合应用

虽然OCT和OCTA在IERM术后视力预测中各自发挥着重要作用,但将两者联合应用可以更加全面地评估黄斑区视网膜的结构和血流变化,从而提高术后视力预测的准确性。

3.1 综合评估黄斑区视网膜结构和血流变化

通过将OCT和OCTA的图像进行融合,可以同时观察黄

斑区视网膜的结构和血流变化。这种综合评估方法能够更全面地了解黄斑区视网膜的恢复情况,并预测术后视力。研究表明^[18],通过联合应用OCT和OCTA评估IERM患者术后黄斑区视网膜的厚度、形态以及血流密度等参数,发现这些参数与术后BCVA均存在显著相关性。这一发现提示,在评估IERM患者术后视力恢复潜力时,应综合考虑黄斑区视网膜的结构和血流变化。

3.2 建立术后视力预测模型

基于OCT和OCTA的参数,可以建立术后视力预测模型。这些模型通过综合考虑黄斑区视网膜的结构和血流变化等多个因素,可以更加准确地预测术后视力。例如,一项研究通过多重共线性回归法建立了IERM患者术后BCVA的预测模型,该模型包含了术前CFT、IS/OS完整性、IZ完整性等多个参数,能够较好地预测术后视力恢复情况。未来随着技术的不断发展和研究的深入,这些预测模型将更加完善和准确。

4 结论

OCT和OCTA作为无创、高分辨率的成像技术,OCTA是在OCT的基础上开发的一种新型的血管成像技术,它可以提供视网膜和脉络膜血管结构的三维图像,定量分析不同血管丛的RVD和病变区域,为观察视网膜微血管的变化提供了支持,在IERM术后视力预测中发挥着重要作用。通过观察黄斑区视网膜的结构和血流变化,可以预测术后视力恢复情况,并为临床工作者确定手术时机、评估手术效果及预测术后视力提供科学依据。未来随着技术的不断发展和研究的深入,OCT和OCTA在IERM术后视力预测中的应用将更加广泛和深入。同时,我们也需要关注不同患者之间的差异以及手术方式和术后护理等因素对术后视力恢复的影响,以进一步提高预测模型的准确性和可靠性。

参考文献:

- [1] Wei X, Xiaoyun C, William Y, et al. Prevalence and risk factors of epiretinal membranes: a systematic review and meta-analysis of population-based studies. [J]. BMJ open, 2017, 7(9): e014644.
- [2] 王鹤纯,袁非. 特发性黄斑前膜及其OCT和OCTA影像学特点[J]. 国际眼科纵览, 2023, 47(5): 429-435.
- [3] 白淑玮,李凤至,毕春潮,邵娟,曾戎. 特发性黄斑前膜手术前后嵌合体带改变与视功能的相关性[J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(1): 153-157.
- [4] 张凌,何东林,刘强,肖旗彬,陈静,乐原,陈彬. 特发性

黄斑前膜术后视力与黄斑区形态结构和血流密度的相关性[J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(3):504-507.

[5] 康乐, 马玉红, 李寅伟. 玻璃体切除联合内界膜剥除术与曲安奈德球内注射治疗特发性黄斑前膜的效果[J]. 中国药物与临床, 2024, 24(19):1281-1284.

[6] Mao J, Wu H, Liu C, et al. Changes in Metamorphopsia, Visual Acuity, and Central Macular Thickness after Epiretinal Membrane Surgery in Four Preoperative Stages Classified with OCT B-Scan Images [J]. Journal of Ophthalmology, 2019, 20197931654.

[7] 秦剑莺, 顾育红, 周婷. 玻璃体切除联合黄斑前膜剥除术及内界膜剥除术在特发性黄斑前膜患者中的治疗效果分析[J]. 系统医学, 2024, 9(4):31-34.

[8] 刘华, 孙佳, 赵霞, 白领娣. 特发性黄斑前膜患者内界膜剥除术后视功能的影响因素分析[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(9):1601-1606.

[9] Meng N, Xia L, Gong Y, Shi C, Zhao Z. Correlation between Anatomical and Functional Outcomes in Patients with Idiopathic Epiretinal Membrane after Vitrectomy. Discov Med. 2023 Dec; 35(179):975-981.

[10] Inoue M. [Correlation between the morphology of the IS/OS junction and functional outcomes in patients with idiopathic epiretinal membrane]. Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 2012 Nov; 116(11):1029-1036.

[11] 杨天静, 蒋沁, 沈轶. 玻璃体切割联合黄斑前膜及内界

膜剥除术后患者黄斑中心凹视网膜厚度、无血管区面积及微血管密度的变化[J]. 眼科新进展, 2021, 41(4):350-353.

[12] 曾苗, 陈晓, 蔡春艳, 洪玲, 丁琴, 晏颖, 黄志坚. 特发性黄斑前膜患眼手术后中心凹无血管区面积变化及其与视物变形的相关性研究[J]. 中华眼底病杂志, 2020, 36(3):205-210.

[13] 索南措, 雷春灵, 龚珂, 李凤至, 孙连义. 特发性黄斑前膜玻璃体切割术后视力与黄斑结构的变化研究[J]. 医学信息, 2020, 33(17):77-80.

[14] 杨丽娜, 姜文科, 孙雪峰. 玻璃体切除联合黄斑前膜剥除术及内界膜剥除治疗特发性黄斑前膜患者效果观察[J]. 中外医疗, 2022, 41(31):9-13.

[15] 蔡展谋. 特发性黄斑前膜手术前后黄斑区微血管OCTA形态变化分析[J]. 哈尔滨医药, 2022, 42(3):79-80.

[16] 彭稚薇, 徐飞, 秦贤杰. OCTA技术在白内障术后黄斑微循环变化中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(6):854-859.

[17] 葛慧敏, 蒋沁, 徐向忠. 微视野联合OCTA分析特发性黄斑前膜术后视功能的研究[J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2021, 43(11):812-818.

[18] 金波, 郭菊, 安广琪, 杜利平, 周朋义, 金学民. 特发性黄斑前膜患者视网膜和脉络膜厚度分析:基于扫频源OCT[J]. 眼科新进展, 2021, 41(5):434-437.

[19] 覃科杰, 张金明. 内切脂肪回填泪沟和内入路眶脂肪重置两种术式在眼袋手术中应用的meta分析[J]. 医学研究前沿, 2024, 2(08):30-34.