DOI: 10.14188/j.1671-8852.2024.0091

文章编号 1671-8852(2025)04-0487-06

不同分级的视网膜中央动脉阻塞患者视网膜厚度变化及相关性分析

万宇薇 陈 婷 李 莹 李雪杰 杨安怀 肖 璇

武汉大学人民医院眼科中心 湖北 武汉 430060

摘要 目的：研究光谱域光学相干断层扫描（SD-OCT）下视网膜中央动脉阻塞患者（CRAO）特定视网膜厚度变化及其与临床特征的相关性。方法：回顾性收集91例CRAO患者临床资料。根据SD-OCT检查将CRAO分为3个等级（不完全、次全、完全），测量并比较各组患者及对照组特定视网膜厚度，分析其与入院视力、出院视力的相关性。结果：CRAO各组黄斑中心凹厚度（CFT）、视网膜最内层（IMRL）、视网膜中层（MRL）以及视网膜外层（ORL）厚度均显著高于同组CRAO患者对侧健眼（$P<0.001$）。CRAO阻塞程度增加，CFT、IMRL、MRL、ORL厚度明显增加（$P<0.001$）。CRAO患者入院视力logMAR与分级、CFT、IMRL、MRL厚度呈正相关（$r_{分级}=0.336$，$P_{分级}=0.001$；$r_{CFT}=0.352$，$P_{CFT}=0.001$；$r_{IMRL}=0.280$，$P_{IMRL}=0.007$；$r_{MRL}=0.348$，$P_{MRL}=0.001$）；CRAO患者出院视力logMAR与分级、入院视力logMAR、CFT厚度呈正相关（$r_{分级}=0.245$，$P_{入院视力}=0.019$；$r_{入院视力}=0.804$，$P_{入院视力}<0.001$；$r_{CFT}=0.278$，$P_{IMRL}=0.008$），与接受溶栓治疗呈负相关（$r_{接受溶栓治疗}=-0.311$，$P_{接受溶栓治疗}=0.003$）。结论：SD-OCT可显示CRAO患者视网膜特征性病理变化。CFT越厚，CRAO阻塞严重，患者视力预后越差。

关键词 视网膜中央动脉阻塞；光谱域光学相干断层扫描；分级；预后

中图分类号 R774

文献标识码 A

开放科学（资源服务）标识码（OSID）：

Retinal changes in different grades of central retinal artery occlusion and correlation analysis

WAN Yuwei, CHEN Ting, LI Ying, LI Xuejie, YANG Anhuai, XIAO Xuan

Eye Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei, China

Abstract

Objective: To investigate selected retinal layers in patients with acute central retinal artery occlusion (CRAO) under spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT) examination, and further analyze the correlation between retinal thickness and clinical characteristics in CRAO patients. **Methods:** Clinical data from 91 patients with acute CRAO were retrospectively collected. Based on the SD-OCT image, CRAO was categorized into three grades (incomplete, subtotal, and total occlusion). The thickness of selected retinal layers was measured and compared across the three grades and against the contralateral eyes (controls). The relationship between selected retinal thickness and clini-

课题来源：湖北省重点研发计划项目（编号：2022BCA009）

作者简介：万宇薇，女，1998—，医学硕士生，主要从事视网膜血管阻塞性疾病及眼心脑泛血管事件的临床诊治、致病机理、应用转化研究。E-mail：wyw1213ninetyeight@163.com；陈婷，女，1987—，医学博士，副主任医师，主要从事视网膜血管阻塞性疾病及眼心脑泛血管事件的临床诊治、致病机理、应用转化研究，E-mail：ct19870629@hotmail.com。万宇薇、陈婷为本文共同第一作者

通信作者：杨安怀，男，1965—，医学博士，主任医师，博士生导师，主要从事玻璃体与视网膜、眼外伤疾病研究，E-mail：yah0525@126.com；肖璇，女，1979—，医学博士，主任医师，博士生导师，主要从事视网膜血管阻塞性疾病及眼心脑泛血管事件的临床诊治、致病机理、应用转化研究，E-mail：xiaoxuan1111@163.com

cal characteristics was analyzed. **Results:** The thickness of central foveal thickness (CFT), the innermost retinal layer (IMRL), the middle retinal layer (MRL), and the outer retinal layer (ORL) in CRAO patients significantly differed from that of the contralateral eye ($P<0.001$). As the severity of CRAO increased, the thickness of CFT, IMRL, MRL, and ORL increased significantly, with a significant difference ($P<0.001$). The baseline visual acuity (logMAR) was positively correlated with CRAO grading, as well as the thickness of CFT, IMRL, and MRL in CRAO patients ($r_{grading}=0.336$, $P_{grading}=0.001$; $r_{CFT}=0.352$, $P_{CFT}=0.001$; $r_{IMRL}=0.280$, $P_{IMRL}=0.007$; $r_{MRL}=0.348$, $P_{MRL}=0.001$). The discharge visual acuity (logMAR) was positively correlated with CRAO grading, baseline visual acuity (logMAR), and CFT thickness in CRAO patients, and negatively correlated with thrombolytic therapy ($r=-0.311$, $P=0.003$). **Conclusion:** SD-OCT can reveal the characteristic pathological retinal changes in CRAO patients. CFT thickness is positively associated with baseline visual acuity and discharge visual acuity.

Key Words Central Retinal Artery Occlusion; Spectral-Domain Optical Coherence Tomography; Grading; Prognosis

视网膜中央动脉阻塞(central retinal artery occlusion,CRAO)是一类急性视网膜缺血性眼病。CRAO具有起病急、视力预后差的临床特点,患者往往表现为短时间内患眼视力无痛性下降,90%CRAO患者最终视力仅存0.05甚至更低[1]。CRAO发病机制复杂,2021年美国心脏协会(American Heart Association,AHA)提出,CRAO是急性缺血性卒中的一种表现形式[2]。尽管CRAO与脑卒中发病机制类似[3],但目前对CRAO仍缺乏指南认可的治疗手段[2]。几项研究[4-5]发现,视网膜动脉阻塞的程度与患者治疗效果密切相关,视力预后取决于CRAO患者视网膜缺血程度。因此,判断CRAO患者视网膜动脉闭塞严重程度在临床上评估治疗效果与视力预后具有重要意义。

首个CRAO分级系统由SCHMIDT等[4]提出,根据眼底彩照(color fundus photography,CFP)与荧光素眼底血管造影(fundus fluorescein angiography,FA)的影像学表现将CRAO分为不完全阻塞性、次全阻塞性和完全阻塞性。该分级系统已被证明与CRAO视觉预后有关[5],但该系统存在一定局限性:CFP与FA无法准确评估某一特定视网膜层血管阻塞情况以及视网膜水肿的程度;FA作为一类侵入性检查,其限制了染料过敏、肝肾功能不全等患者的应用。与FA、CFP相比,光谱域光学相干断层扫描(spectral-domain optical coherence tomography,SD-OCT)具有无创、清晰显示视网膜各层结构的优势,可用于可视化和量化视网膜厚度及结构的变化[6],在黄斑病变、中心性浆液性视网膜病变、视网膜前膜、眼内肿瘤、遗传性视网膜疾病等多类视网膜疾病的诊断及疗效评估中得到广泛应用。基于SD-OCT影像学特点,AHN及其同事[7]提出根据SD-OCT上视网膜内层结构改变、视网膜高反射率、黄斑水肿等视网膜影像学特征将急性CRAO分为不完全阻塞性、次全阻塞性、完全阻塞性,并发现CRAO患者视网膜和脉络膜结构损伤程度、基线视力因CRAO分级的不同而具有统计学差异,强调了SD-OCT用于CRAO疾病分级与预后评估中的优势。然而,该研究主要讨论了SD-OCT下CRAO患者视网膜病理性特征,缺乏特定视网膜厚度定量分析数据支撑SD-OCT分级系统的准确性及可行性。

目前,基于SD-OCT下CRAO患者视网膜厚度定量评估相关研究较少,本研究进一步细化视网膜各结构分层,旨在定量评估不同分级下CRAO患者特定视网膜厚度变化特征,并进一步研究CRAO患者入院视力、出院视力与特定视网膜厚度变化特征的相关性,以验证SD-OCT在临床CRAO疾病评估严重程度及预后中的优势。

1 资料与方法

1.1 患者一般资料 本研究为回顾性病例研究,纳入2020年5月—2023年4月期间在武汉大学人民医院眼科中心确诊为CRAO患者共91例(91只眼),患者年龄27~86(59.65±12.28)岁;男性59例(59只眼),女性32例(32只眼);均为单眼发病,右眼44例,左眼47例;所有纳入患者均临床确诊为CRAO,病程均在2周以内。排除标准为:(1)同时患有其他视网膜血管疾病、严重的非增殖性或增殖

性糖尿病性视网膜病变、青光眼、黄斑病变等其他影响SD-OCT视网膜影像学结果的疾病；(2)在获得SD-OCT影像学结果前接受过相关治疗的病例；(3)因屈光介质浑浊、角膜透明度低等原因导致SD-OCT扫描成像不清的病例；(4)不同意参加本研究。

1.2　眼科检查　本研究纳入的所有患者均接受了全面完整的眼科学检查，包括视力检查，以最小分辨角对数(logMAR)视力进行统计分析，其中指数、手动、光感、无光感分别记录为2.3、2.5、2.7、2.9[8]；眼压检查；裂隙灯检查；眼底彩照检查以及荧光素钠视网膜血管造影(Digital Fundus Camera, VISUCAM 200; Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)；SD-OCT(OCT Spectralis, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)检查。

进行SD-OCT检查时，采用单线模式扫描，扫描范围为后级部6.0 mm×6.0 mm视网膜，扫描速度为40 000次/s，在水平线经过黄斑中心凹时选择性储存清晰及典型图像。

1.3　CRAO疾病阻塞程度分组　急性CRAO根据AHN等[7]提出的分类方法进行分级，即根据SD-OCT上视网膜形态学的具体特征将CRAO分为不完全阻塞性CRAO、次全阻塞性CRAO和完全阻塞性CRAO。不同CRAO分级下SD-OCT典型影像学表现如图1所示，不完全阻塞CRAO中，视网膜内层呈现白色高反射率，视网膜尚存清晰完整结构层次；次全CRAO患者的视网膜内层增厚伴高反射率，结构逐层丧失；在完全阻塞CRAO中，整层视网膜明显增厚伴视网膜内层白色高反射率，视网膜整层正常结构丧失，伴明显黄斑水肿及脉络膜变薄。

1.4　视网膜厚度测量　本研究参考了FURASHOVA等[9]的视网膜厚度测量方法。由同一位熟练技师使用SD-OCT软件中内置的距离测量工具，仔细评估并手动测量CRAO病例的视网膜特定层次。首先测定黄斑中心凹厚度(central foveal thickness, CFT)，然后在距离中心凹颞侧1 000 μm处测量特定视网膜厚度。由于CRAO患者视网膜正常结构丧失，难以界定视网膜层次。因此，本研究将视网膜层分为三部分：视网膜最内层(the innermost retinal layer, IMRL)、视网膜中层(the middle retinal layer, MRL)以及视网膜外层(the outer retinal layer, ORL)，分别测定其视网膜厚度。视网膜最内层包括神经纤维层、神经节细胞层以及内丛状层；视网膜中层包括内核层以及外丛状层；视网膜外层为外丛状层内缘至视网膜色素上皮层之间。视网膜层次分割及厚度测量方法如图2所示。

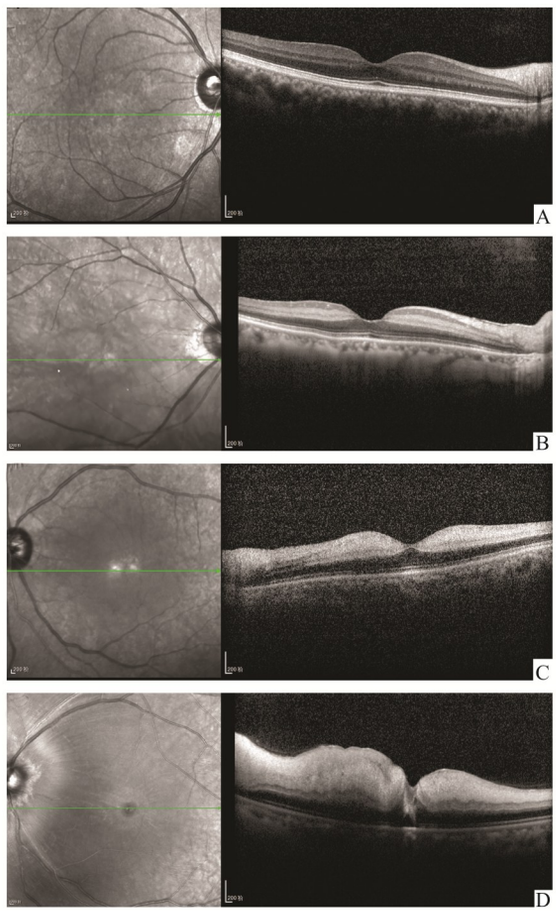


图1　视网膜中央动脉阻塞不同分级下SD-OCT影像学表现

A. 正常眼SD-OCT影像学特征，视网膜结构清晰，视网膜内层表现为黑色低反射率；B. 不完全阻塞性CRAO患者SD-OCT影像学表现，视网膜分层尚清晰，未见明显视网膜水肿增厚，视网膜内层呈现白色高反射率表现；C. 次全阻塞性CRAO患者SD-OCT影像学表现，视网膜出现水肿增厚，视网膜分层不清，内层呈白色高反射率；D. 完全阻塞性患者SD-OCT见视网膜明显水肿伴视网膜内层白色高反射率，正常结构丧失，分层模糊不清，出现黄斑水肿

1.5　CRAO患者治疗方案　CRAO患者根据自身意愿选择接受保守治疗或眼动脉溶栓治疗。保守治

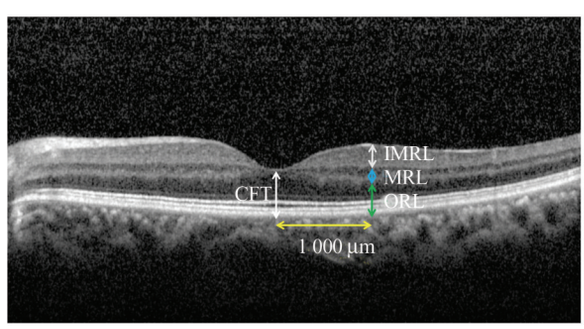


图2　视网膜分层及厚度测量方法

CFT：黄斑中心凹；IMRL：视网膜最内层；MRL：视网膜中层；ORL：视网膜外层

疗包括吸氧、眼部按摩、降眼压、抗血栓药物治疗、复方樟柳碱扩管治疗、营养神经治疗等。部分CRAO患者在知情同意下排除禁忌后接受眼动脉溶栓治疗,具体流程为:患者麻醉后行股动脉穿刺术,导入6F动脉导管鞘,进行颈总动脉血管造影后,将微导管推至颈内动脉C2段,行全身肝素化后,将微导管插入同侧眼动脉或视网膜中央动脉,经微导管缓慢泵入尿激酶,尿激酶总用量30 mg。在溶栓期间血管造影见视网膜微循环改善时移除微导管,结束治疗。

1.6 统计学分析 采用SPSS 26.0软件进行统计分析。正态分布的连续变量以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,各组间比较采用方差分析;分类变量采用卡方检验分析组间差异;非正态分布的数据变量行Kruskal-Wallis H检验;采用Spearman相关性分析评估CRAO患者基线临床特征、特定视网膜厚度与换算为logMAR的入院视力、出院视力的相关性。以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同分级下CRAO患者临床特征 本研究纳入的91例CRAO患者按照SD-OCT分级方法分为3组,不完全阻塞性CRAO组11人(12.1%),次全阻塞性CRAO组34人(37.4%),完全阻塞性CRAO组46人(50.5%)。表1总结了本研究纳入患者的一般特征,性别、受累眼别差异均没有统计学意义;患者年龄、患眼视力差异具有统计学意义,随着CRAO阻塞程度加重,CRAO患者年龄越小($P=0.039$),患眼视力越差($P=0.004$)。

表1 不同等级下CRAO患者临床一般特征比较[($\bar{x}\pm s$);例]

特征	所有患者($n=91$)	不完全阻塞组($n=11$)	次全阻塞组($n=34$)	完全阻塞组($n=46$)	P
年龄/岁	59.65±12.28	65.82±5.51	61.35±12.38	56.91±12.78	0.039
男:女	59:32	4:7	24:10	31:15	0.104
右眼:左眼	44:47	4:7	13:21	27:19	0.136
患眼视力(logMAR)	2.36±0.43	2.11±0.43	2.34±0.39	2.44±0.44	0.004

2.2 三组CRAO患者视网膜厚度比较 本研究进一步定量评估了三组CRAO患者视网膜厚度,发现CRAO各组中CFT、IMRL、MRL、ORL厚度均显著高于同组CRAO患者对侧眼相应的视网膜厚度($P<0.001$)。不完全阻塞性CRAO患者、次全阻塞性CRAO患者及完全阻塞性CRAO患者组间特定视网膜厚度,随着CRAO阻塞严重程度增加,CFT、IMRL、MRL、ORL厚度均明显增加,差异具有统计学意义($P<0.001$),见表2。

表2 不同等级下CRAO患者特定视网膜厚度比较($\bar{x}\pm s$)

特定视网膜层厚度	所有患者($n=91$)	不完全阻塞组($n=11$)	次全阻塞组($n=34$)	完全阻塞组($n=46$)	P
CFT/μm	284.71±100.63	224.00±13.36	243.06±47.04	330.02±119.50	<0.001
IMRL/μm	137.54±47.41	102.91±26.24	118.71±29.89	159.74±51.21	<0.001
MRL/μm	82.22±27.70	50.27±11.12	73.32±21.95	96.43±25.26	<0.001
ORL/μm	183.24±33.37	169.09±22.21	171.76±27.70	195.11±35.52	0.001

CFT:黄斑中心凹;IMRL:视网膜最内层;MRL:视网膜中层;ORL:视网膜外层

2.3 CRAO患者入院视力、出院视力与特定视网膜厚度相关性分析 本研究收集了91例CRAO患者接受保守治疗或溶栓治疗前后的视力,其中接受溶栓治疗的CRAO患者66人,接受保守治疗患者35人。Spearman分析发现CRAO患者入院视力(logMAR)与CRAO分级、CFT、IMRL、MRL厚度呈正相关($r_{分级}=0.336$, $P_{分级}=0.001$; $r_{CFT}=0.352$, $P_{CFT}=0.001$; $r_{IMRL}=0.280$, $P_{IMRL}=0.007$; $r_{MRL}=0.348$, $P_{MRL}=0.001$);CRAO患者出院视力(logMAR)与CRAO分级、CRAO入院视力、CFT厚度呈正相关,与接受溶栓治疗成负相关($r_{分级}=0.245$, $P_{入院视力}=0.019$; $r_{入院视力}=0.804$, $P_{入院视力}<0.001$; $r_{CFT}=0.278$, $P_{IMRL}=0.008$; $r_{接受溶栓治疗}=-0.311$, $P_{接受溶栓治疗}=0.003$)。见表3。

3 讨论

CRAO作为一类急性致盲性眼病,栓塞是CRAO发生的最常见原因。视网膜中央动脉是眼动脉的一个分支,主要为内层视网膜提供血液及营养[10]。来源于颈动脉及心脏的栓子部分或完全阻塞视网膜中央动脉时,严重影响视网膜血液供应,12~15 min的栓子即可导致视网膜缺血梗死,出现不可逆性视神经萎缩和神经纤维损伤,造成难以恢复的永久性视力丧失[11]。目前研究[12-13]发现CRAO分

表3　CRAO患者入院视力、出院视力与疾病特征指标相关性分析

因素	入院视力(logMAR)		出院视力(logMAR)	
	r	*P*	*r*	*P*
年龄	−0.105	0.323	0.012	0.909
性别	0.023	0.832	0.012	0.913
CRAO分级	0.336	0.001	0.245	0.019
CFT	0.352	0.001	0.278	0.008
IMRL	0.280	0.007	0.195	0.064
MRL	0.348	0.001	0.195	0.064
ORL	0.090	0.398	0.101	0.343
接受溶栓治疗	—	—	−0.311	0.003
入院视力(logMAR)	—	—	0.804	＜0.001

CRAO：视网膜中央动脉阻塞；CFT：黄斑中心凹；IMRL：视网膜最内层；MRL：视网膜中层；ORL：视网膜外层

级对评估患者视力预后具有重要意义，CRAO阻塞程度与患者视网膜缺血程度、基线视力、最终视力密切相关，部分不完全阻塞性CRAO患者可以保留部分中心视力，较次全阻塞性及完全阻塞性CRAO患者在眼动脉内溶栓治疗下具有最佳视觉获益[5,11]。

临床上CRAO的诊断与分级并不难，SCHMIDT等[4]提出的分级系统中根据CFP上视网膜水肿范围和黄斑区樱桃红斑特征以及FFA中血流充盈特点来定义不完全阻塞性CRAO、次全阻塞性CRAO和完全阻塞性CRAO。但以上两种检查手段具有一定局限性，其特征判别均存在一定的主观因素，患者屈光介质浑浊、早期CRAO眼底体征不明确、医师诊疗经验不足等因素均影响临床CRAO等级判别和快速救治[7]。SD-OCT作为一种非侵入性非接触式成像方式，其无须散大瞳孔、操作快速，能够在第一时间协助CRAO诊断，同时作为CRAO分级工具为患者视力预后提供参考依据。刘小天等[14]发现OCT区分CRAO灵敏度为100%，总符合率为98.4%；ABDELLAH[15]发现CRAO患者CFP检查中仅66.67%患者出现樱桃红斑；FFA检查中60%患者表现为视网膜血液灌注不良；而在OCT检查中所有CRAO患者均表现为视网膜内层高反射率，66.67%患者出现黄斑中心凹及中心凹旁视网膜厚度增加。

本研究将2020年5月至2023年4月于武汉大学人民医院眼科中心治疗的CRAO患者91例91只眼按照SD-OCT分级方法分为不完全阻塞性CRAO组、次全阻塞性CRAO组以及完全阻塞性CRAO组，定量对比了CRAO各组患眼组与对侧健眼组特定视网膜厚度，发现CRAO患眼黄斑中心凹、视网膜最内层、视网膜中间层、视网膜外层厚度均显著增加；进一步比较三组CRAO间特定视网膜厚度发现，随着CRAO缺血严重程度增加，CFT、IMRL、MRL、ORL厚度在统计学意义上显著增加，与之前的研究[13,16]结果类似。目前急性CRAO导致的视网膜水肿病理机制尚未完全明确，CORNUT等[13]和MCLEOD等[16]认为当视网膜中央动脉灌注压大幅降低时，视网膜血流缓慢形成缺血梯度，最先影响视网膜周边区，并使得轴浆逆向运输受阻，导致视网膜神经纤维层、神经节细胞层浑浊与水肿。另外，视网膜中央动脉阻塞导致的缺氧影响视网膜细胞内稳态，Na^+-K^+-ATP酶分解，细胞肿胀导致视网膜水肿[17]。本研究进一步分析相关性发现，CRAO患者入院视力与CRAO分级、患眼CFT、IMRL、MRL厚度显著正相关，与ORL厚度未发现明显相关性，其可能原因在于视网膜外层由脉络膜血管维持循环及供养[18]。当急性CRAO发生时，外层视网膜存在一定代偿机制缓解视网膜缺血缺氧状态。当视网膜中央动脉阻塞越完全时，视网膜缺血缺氧状态越严重，最内层及中间层视网膜越水肿、患者视觉受累程度越高。本研究结果显示CFT、IMRL、MRL厚度测量可以反映CRAO疾病严重程度。

既往研究[5,19]证明，临床上CRAO分级具有重要意义，较高的CRAO分级与较差的基线视力、最终最佳矫正视力(BCVA)显著相关。本研究相关性分析显示，CRAO患者出院视力与患者入院视力、CRAO分级显著负相关，与既往研究一致。此外，目前指南建议在CRAO症状发作后4.5～6 h时内接受动脉内溶栓治疗可以充分改善患者预后，而CRAO起病急，并表现为单眼无痛性视力下降，患者往往难以及时就诊并采取治疗措施[20]。本研究发现发病14 d以内CRAO患者出院视力与接受溶栓治疗表现为正相关关系，提示超时间窗CRAO患者进行动脉内溶栓可能具有潜在疗效。我们还发现，CRAO患者出院视力与患眼的CFT厚度存在统计学意义上正相关性。此前研究[21]发现，在CRAO急性期，视网膜苍白水肿主要位于黄斑区。即使重建视网膜血液循环，黄斑区周围水肿的视网膜组织压迫视网膜毛细血管导致黄斑区无血液供应，导致视网膜神经节细胞永久性死亡，严重影响患者视觉预后。AHN等[7]将CRAO患者分为溶栓治疗组与非溶栓治疗组研究发现，在次全阻塞性CRAO组及完全阻塞性CRAO组中，治疗前后CFT厚度未见显著性差异；CMT厚度仅在溶栓治疗前后不完全阻塞性CRAO组间有显著差异。本研究结果为利用SD-OCT上CFT厚度测量评估CRAO患者治疗后视力提供一定依据，在CRAO患者就诊时使用

SD-OCT设备测量CFT水肿程度可作为判断CRAO患者视觉预后的参考依据。因此,在CRAO急性期应用SD-OCT分级及视网膜厚度测量方法不仅可以了解CRAO患者疾病严重程度,还可以评估CRAO治疗手段挽救视觉的潜力。

该研究的局限性在于本研究纳入病例发病时间均小于2周,属于急性期表现,缺少慢性CRAO病例用于评估SD-OCT分级下视网膜各层厚度的特征性变化。

综上所述,本研究确定了急性CRAO患者入院视力、出院视力均呈分级依赖性,强调了临床上CRAO分级的重要性。另外,视网膜结构损伤根据分级的不同而具有明显差异,其中CFT厚度与CRAO患者出院视力显著相关,说明SD-OCT分级系统对于评估CRAO严重程度、视力预后具有重要意义,测量患者CFT厚度可能为CRAO患者视觉结局提供参考依据。

参考文献

[1] HAYREH S S, ZIMMERMAN M B. Central retinal artery occlusion: Visual outcome[J]. Am J Ophthalmol, 2005, 140(3): 376-391.

[2] MAC GRORY B, SCHRAG M, BIOUSSE V, et al. Management of central retinal artery occlusion: A scientific statement from the American Heart Association[J]. Stroke, 2021, 52(6): e282-e294.

[3] DATTILO M, BIOUSSE V, NEWMAN N J. Update on the management of central retinal artery occlusion[J]. Neurol Clin, 2017, 35(1): 83-100.

[4] SCHMIDT D P, SCHULTE-MÖNTING J, SCHUMACHER M. Prognosis of central retinal artery occlusion: Local intraarterial fibrinolysis versus conservative treatment[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2002, 23(8): 1301-1307.

[5] AHN S J, KIM J M, HONG J H, et al. Efficacy and safety of intra-arterial thrombolysis in central retinal artery occlusion[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54(12): 7746-7755.

[6] FEUCHT N, ZAPP D, REZNICEK L, et al. Multimodal imaging in acute retinal ischemia: Spectral domain OCT, OCT-angiography and fundus autofluorescence[J]. Int J Ophthalmol, 2018, 11(9): 1521-1527.

[7] AHN S J, WOO S J, PARK K H, et al. Retinal and choroidal changes and visual outcome in central retinal artery occlusion: An optical coherence tomography study [J]. Am J Ophthalmol, 2015, 159(4): 667-676.

[8] LANGE C, FELTGEN N, JUNKER B, et al. Resolving the clinical acuity categories "hand motion" and "counting fingers" using the Freiburg Visual Acuity Test (FrACT) [J]. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol, 2009, 247(1): 137-142.

[9] FURASHOVA O, MATTHÉ E. Retinal changes in different grades of retinal artery occlusion: An optical coherence tomography study[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2017, 58(12): 5209-5216.

[10] DELAEY C, VAN DE VOORDE J. Regulatory mechanisms in the retinal and choroidal circulation[J]. Ophthalmic Res, 2000, 32(6): 249-256.

[11] TOBALEM S, SCHUTZ J S, CHRONOPOULOS A. Central retinal artery occlusion - rethinking retinal survival time[J]. BMC Ophthalmol, 2018, 18(1): 101.

[12] OZDEMIR H, KARACORLU S, KARACORLU M. Optical coherence tomography findings in central retinal artery occlusion[J]. Retina, 2006, 26(1):110-112.

[13] CORNUT P L, BIEBER J, BECCAT S, et al. Spectral domain OCT in eyes with retinal artery occlusion [J]. J Fr Ophtalmol, 2012, 35(8): 606-613.

[14] 刘小天, 周宏健, 廖燕红, 等. 视力骤降待查患者行OCT检查的临床意义[J]. 国际眼科杂志, 2014, 14(11): 2105-2107.
LIU X T, ZHOU H J, LIAO Y H, et al. Clinical significance of OCT examination of eyesight drops suddenly patients awaiting diagnosis[J]. Int Eye Sci, 2014, 14(11): 2105-2107.

[15] ABDELLAH M M. Multimodal imaging of acute central retinal artery occlusion[J]. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol, 2019, 8(4): 283-290.

[16] MCLEOD D. Why cotton wool spots should not be regarded as retinal nerve fibre layer infarcts[J]. Br J Ophthalmol, 2005, 89(2): 229-237.

[17] DOLLERY C T, HENKIND P, PATERSON J W, et al. Part Ⅰ. Ophthalmoscopic and circulatory changes in focal retinal ischaemia[J]. Br J Ophthalmol, 1966, 50(6): 285-324.

[18] VARMA D D, CUGATI S, LEE A W, et al. A review of central retinal artery occlusion: Clinical presentation and management[J]. Eye, 2013, 27(6): 688-697.

[19] LI X J, CHEN T, LI Y, et al. Improved visual outcomes of central retinal artery occlusion with local intra-arterial fibrinolysis beyond the conventional time window[J]. J Thromb Thrombolysis, 2024, 57(3): 503-511.

[20] WEBER J, REMONDA L, MATTLE H P, et al. Selective intra-arterial fibrinolysis of acute central retinal artery occlusion[J]. Stroke, 1998, 29(10): 2076-2079.

[21] HAYREH S S. Central retinal artery occlusion[J]. Indian J Ophthalmol, 2018, 66(12): 1684-1694.

(2024-02-01收稿)
编辑 张 峻