

· 临床研究 ·

中心性浆液性脉络膜视网膜病变 Henle 纤维层 频域 OCT 影像特征

刘伟伟 陈文涛 张博 李南 赵超 胡锐

青岛市第三人民医院眼科, 青岛 266041

赵超、胡锐现在青岛大学附属医院眼科, 青岛 266003

通信作者: 刘伟伟, Email: weiweiliu2013@126.com

【摘要】 目的 观察中心性浆液性脉络膜视网膜病变(CSC) Henle 纤维层(HFL)频域光相干断层扫描(SD-OCT)的影像特征。**方法** 采用横断面研究, 纳入 2017 年 1 月至 2021 年 11 月在青岛市第三人民医院眼科确诊的 CSC 患者 35 例 35 眼。其中男 23 例 23 眼, 女 12 例 12 眼; 年龄 24~60 岁, 平均(41.14±8.19)岁; 病程 1 d~6 个月。所有患者均应用 SD-OCT 对黄斑部进行水平单线扫描, 分析和总结视网膜下液(SRF)区 HFL 的影像特征。**结果** CSC 视网膜神经上皮层呈规则圆顶形脱离者 26 眼, SRF 区 HFL 呈边界 1 型 25 眼, 占 96.15%; 呈边界 2 型 7 眼, 占 26.92%; 呈完全高反射型 17 眼, 占 65.38%。病程 ≤ 21 d 21 眼, 均呈边界 1 型, 部分合并完全高反射型或边界 2 型; 病程 > 21 d 5 眼, 均呈完全高反射型, 部分合并边界 1 型或边界 2 型。其中鼻侧和颞侧脱离区基本对称 15 眼, 6 眼为水平位图像, 两侧 SRF 区 HFL 均呈基本对等的光反射信号; 3 眼为鼻侧抬高位图像, 鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于颞侧; 6 眼为颞侧抬高位图像, 颞侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于鼻侧。鼻侧和颞侧脱离区不对称 11 眼, 其中 3 眼为水平位图像, 颞侧脱离范围均大于鼻侧, 颞侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于鼻侧; 4 眼为鼻侧抬高位图像, 3 眼颞侧脱离范围大于鼻侧, 两侧 SRF 区 HFL 呈基本对等的光反射信号, 1 眼鼻侧脱离范围大于颞侧, 鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号高于颞侧; 4 眼为颞侧抬高位图像, 3 眼鼻侧脱离范围大于颞侧, 两侧 SRF 区 HFL 呈基本对等的光反射信号, 1 眼鼻侧脱离范围和高度均大于颞侧, 鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号高于颞侧。CSC 视网膜神经上皮层呈不规则形脱离 9 眼, SRF 区 HFL 呈边界 1 型 7 眼, 占 77.78%; 呈边界 2 型 5 眼, 占 55.56%; 呈完全高反射型 6 眼, 占 66.67%; 呈低反射型 4 眼, 占 44.44%; 呈模糊型 2 眼, 占 22.22%。其中 7 眼脱离的视网膜神经上皮层走行欠平滑, HFL 表现类型随视网膜神经上皮层走向的改变而改变; 2 眼视网膜神经上皮层脱离低平, 抬高侧光反射信号略低于压低侧。**结论** CSC 的 SD-OCT 图像中 SRF 区 HFL 主要呈边界 1 型和完全高反射型。HFL 表现类型受 OCT 图像倾斜方位, 病程, 视网膜神经上皮层脱离区的对称性、范围、高度和走向特征的影响而呈规律性改变。

【关键词】 中心性浆液性脉络膜视网膜病变; 频域光相干断层扫描; Henle 纤维层

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20211230-00725

Features of Henle fiber layer by spectral domain optical coherence tomography in central serous chorioretinopathy

Liu Weiwei, Chen Wentao, Zhang Bo, Li Nan, Zhao Chao, Hu Rui

Department of Ophthalmology, the Third People's Hospital of Qingdao, Qingdao 266041, China

Zhao Chao and Hu Rui are now working at the Department of Ophthalmology of the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266003

Corresponding author: Liu Weiwei, Email: weiweiliu2013@126.com

[Abstract] Objective To observe the features of Henle fiber layer (HFL) in eyes with central serous chorioretinopathy (CSC) using spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT). **Methods** A cross-sectional study was conducted. Thirty-five CSC patients (35 eyes) treated in the Third People's Hospital of Qingdao from January 2017 to November 2021 were enrolled. The subjects included 23 males (23 eyes) and 12 females (12 eyes), aged 24 to 60 years old, with an average age of (41.14±8.19) years, and had a CSC duration ranged from

1 day to 6 months. SD-OCT was performed on all eyes with a line scan through the central fovea horizontally. The features of HFL over subretinal fluid (SRF) area were analyzed and summarized. The study protocol adhered to the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of the Third People's Hospital of Qingdao (No. 2022Y0403001). **Results** In 26 eyes with regular dome-shaped neurosensory retinal detachment, HFL appeared to be delimited type 1 in 25 eyes, accounting for 96.15%, delimited type 2 in 7 eyes, accounting for 26.92%, bright in 17 eyes, accounting for 65.38% over SRF area. In 21 eyes with CSC duration ≤ 21 days, HFL all showed delimited type 1 and some presented bright or delimited type 2 at the same time. In 5 eyes with CSC duration > 21 days, HFL all showed bright and some were delimited type 1 or delimited type 2 in the meantime. In 15 eyes with symmetrical nasal and temporal retinal detachment, HFL showed symmetrical reflectivity over SRF area in horizontal OCT images in 6 eyes, and showed brighter reflectivity over nasal SRF in nasal elevated OCT images in 3 eyes and over temporal SRF in temporal elevated OCT images in 6 eyes. In 11 eyes with asymmetrical nasal and temporal retinal detachment, HFL showed brighter reflectivity over temporal SRF with larger retinal detachment range on temporal side in horizontal OCT images in 3 eyes. Of the 4 eyes with nasal elevated OCT images, the retinal detachment range was larger on temporal side and HFL showed symmetrical reflectivity over SRF area in 3 eyes, and HFL was brighter over nasal SRF area with larger retinal detachment range on nasal side in 1 eye. Of the 4 eyes with temporal elevated OCT images, the retinal detachment range was larger on nasal side and HFL showed symmetrical reflectivity over SRF area in 3 eyes, and HFL was brighter over nasal SRF area with larger retinal detachment range and higher height on nasal side in 1 eye. In 9 eyes with irregular neurosensory retinal detachment, HFL appeared to be delimited type 1 in 7 eyes, accounting for 77.78%, delimited type 2 in 5 eyes, accounting for 55.56%, bright in 6 eyes, accounting for 66.67%, dark in 4 eyes, accounting for 44.44%, and indistinct in 2 eyes, accounting for 22.22%. The detached neurosensory retina was not smooth in 7 eyes, and the phenotypes of HFL changed with the directions of detached neurosensory retina. In 2 eyes with only low neurosensory retinal detachment, HFL reflectivity on the raised side was slightly weaker than that on the lowered side. **Conclusions** HFL appears to be delimited type 1 and bright mostly over SRF area in CSC in SD-OCT images. The phenotypes of HFL vary regularly with the tilt directions of OCT images, CSC duration, and the symmetry, range, height, directional characteristics of detached neurosensory retina.

[Key words] Central serous chorioretinopathy; Tomography, optical coherence, spectral domain; Henle fiber layer

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20211230-00725

中心性浆液性脉络膜视网膜病变 (central serous chorioretinopathy, CSC) 是一种常见的眼底疾病,以浆液性视网膜脱离为特征,伴或不伴视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 脱离^[1]。CSC 多发于中青年男性,表现为视力下降或视物变形、视野相对暗点、视物变小以及轻微的远视改变^[2]。光相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 作为一种非接触、无创性的检查手段,可以提供接近组织病理学水平的活体视网膜断层扫描图像。目前,频域 OCT (spectral domain OCT, SD-OCT) 是 CSC 的一线影像诊断工具和客观的随访手段^[3]。Henle 纤维层 (Henle fiber layer, HFL) 是视网膜外丛状层 (outer plexiform layer, OPL) 的一部分,其与外核层 (outer nuclear layer, ONL) 的边界在标准 OCT 图像中缺乏明显的分界线。以往研究中多将高反射的外界膜和 OPL 之间的低反射信号区均归为 ONL。Byeon 等^[4]首次提出可以通过调整 OCT 扫描光入射角度来观察 HFL,自此在活体上

研究 HFL 成为可能。Lujan 等^[5]首次描述了 1 例 CSC 患者 HFL 的 OCT 影像特征,发现视网膜下液 (subretinal fluid, SRF) 区 HFL 光反射信号强度随入射光位置的变化而变化。目前尚缺少 CSC 相关系列病例 OCT 图像显示的 HFL 变化研究。本研究拟分析 CSC 患眼 HFL 的 SD-OCT 影像特征,探讨 HFL 变化及其临床意义,以更好地理解 and 鉴别 OPL 和 ONL 所发生的光反射信号改变。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究方法,收集 2017 年 1 月至 2021 年 11 月在青岛市第三人民医院眼科确诊的单眼 CSC 患者 35 例 35 眼。其中男 23 例 23 眼,女 12 例 12 眼;年龄 24~60 岁,平均 (41.14 $\pm$ 8.19) 岁;病程 1 d~6 个月。CSC 诊断标准为黄斑区浆液性视网膜神经上皮层脱离,荧光素眼底血管造影 (fluorescein fundus angiography,

FFA) 检查显示 RPE 层的 1 个或多个荧光素渗漏点^[6]。纳入标准:(1)主诉有视力下降、视物变小、视物变形、视物发暗等临床表现者;(2)经 OCT 和 FFA 等影像检查确诊为 CSC 者;(3)初次发病,未经任何治疗者;(4)病程 6 个月以内;(5)病历信息记录完整者;(6)OCT 图像资料清晰者。排除标准:(1)患有可能引起黄斑病变的其他疾病者,如视网膜静脉阻塞、糖尿病视网膜病变、黄斑变性、黄斑前膜、葡萄膜炎、视盘小凹、息肉样脉络膜血管病变、特发性脉络膜新生血管和累及黄斑的视网膜脱离等;(2)有糖皮质激素用药史者。本研究过程遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经青岛市第三人民医院伦理委员会审核批准(批文号:2022Y0403001)。

1.2 方法

1.2.1 眼科常规检查 详细询问所有患者病史,并行视力、非接触眼压计(TX-20,日本 Canon 公司)测量,裂隙灯显微镜检查眼前节,复方托吡卡胺滴眼液(沈阳兴齐眼药股份有限公司)扩瞳后采用直接或间接检眼镜、彩色眼底照相(CX-1,日本 Canon 公司)和 OCT (Spectralis, 德国 Heidelberg 公司)检查眼底,必要时行 FFA 检查以排除其他眼底疾病。

1.2.2 眼底 SD-OCT 检查 采用 Spectralis OCT 仪 (Eye Version 1.9.10.0, HRA/Spectralis Viewing Module 6.3.4.0, 德国海德堡公司)对患者进行检查,由同一位经验丰富的操作者完成。嘱受检者下颌放在下颌托上,固视目标,按照标准操作对受检眼黄斑部进行扫描。检测波长为 870 nm,扫描速度为 40 000 A-scan/s,扫描深度为 2 mm,轴向分辨率为 5 μ m,横向分辨率为 6 μ m。选取 1 张经黄斑中心凹的水平单线扫描图像进行分析。根据参考文献[7]将 OCT 图像中 HFL 表现类型分为 7 种:完全高反射型、柱状型、锯齿型、边界 1 型、边界 2 型、模糊型和低反射型(图 1)。根据 OCT 图像的倾斜方位分为水平位、鼻侧抬高位和颞侧抬高位 3 类。将 SRF 区以黄斑中心凹为分界点,分为鼻侧和颞侧。记录每

张 OCT 图像的倾斜方位,鼻侧和颞侧 SRF 区 HFL 表现类型,脱离的视网膜神经上皮层的对称性、范围、高度和走向特征。

2 结果

2.1 视网膜神经上皮层呈规则圆顶形脱离患眼 SRF 区 HFL 的 OCT 影像特征

2.1.1 不同倾斜方位 OCT 图像 SRF 区 HFL 表现类型 视网膜神经上皮层呈规则圆顶形脱离者 26 眼。SRF 区 HFL 呈现 3 种表现类型,其中边界 1 型占 96.15% (25/26),边界 2 型占 26.92% (7/26),完全高反射型占 65.38% (17/26)。边界 1 型单独存在时均位于鼻侧或颞侧 SRF 区,与边界 2 型或完全高反射型同时存在时均位于近中心凹侧;边界 2 型均与边界 1 型同时存在并位于其外侧(图 2A);完全高反射型单独存在时均位于鼻侧或颞侧 SRF 区,与边界 1 型同时存在时均位于其外侧。3 种倾斜方位 OCT 图像中鼻侧和颞侧 SRF 区 HFL 不同表现类型眼数分布见表 1。

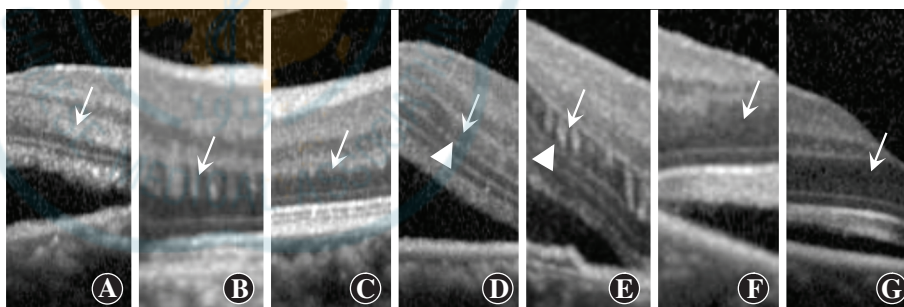


图 1 HFL 表现类型 箭头示 HFL,三角示边界型的高反射边界 A:完全高反射型 B:柱状型 C:锯齿型 D:边界 1 型 E:边界 2 型 F:模糊型 G:低反射型

Figure 1 HFL types Arrows indicated HFL, and triangles indicated the hyperreflective outer boundary A: Bright B: Columnar C: Dentate D: Delimited type 1 E: Delimited type 2 F: Indistinct G: Dark

表 1 各倾斜方位 OCT 图像 SRF 区 HFL 不同表现类型眼数分布
Table 1 Eyes distribution of HFL types over SRF area in OCT images with different tilt directions

OCT 图像 倾斜方位	眼数	部位	HFL 不同表现类型眼数(n)			
			单独边界 1 型	边界 1 型+边界 2 型	边界 1 型+完全高反射型	单独完全高反射型
水平位	9	鼻侧 SRF 区	6	1	2	0
		颞侧 SRF 区	4	0	5	0
鼻侧抬高位	7	鼻侧 SRF 区	0	3	0	4
		颞侧 SRF 区	1	4	2	0
颞侧抬高位	10	鼻侧 SRF 区	5	2	1	2
		颞侧 SRF 区	2	1	0	7

注:OCT:光相干断层扫描;HFL:Henle 纤维层;SRF:视网膜下液

Note:OCT:optical coherence tomography;HFL:Henle fiber layer;SRF:subretinal fluid

2.1.2 不同病程患眼 SRF 区 HFL 表现类型 HFL 在病程 ≤ 7 d 组、7 d < 病程 ≤ 14 d 组和 14 d < 病程 ≤ 21 d 组均呈边界 1 型,部分合并完全高反射型或边界 2 型;病程 > 21 d 组均呈完全高反射型,部分合并边界 1 型或边界 2 型(表 2)。

表 2 不同病程组 HFL 不同表现类型眼数分布
Table 2 Eyes distribution of HFL types in groups with different courses

组别	眼数	不同类型 HFL 眼数及占比[n(%)]		
		边界 1 型	边界 2 型	完全高反射型
病程 ≤ 7 d 组	14	14 (100.00%)	4 (28.57%)	7 (50.00%)
7 d < 病程 ≤ 14 d 组	4	4 (100.00%)	1 (25.00%)	3 (75.00%)
14 d < 病程 ≤ 21 d 组	3	3 (100.00%)	1 (33.33%)	2 (66.67%)
病程 > 21 d 组	5	4 (80.00%)	1 (20.00%)	5 (100.00%)

注:HFL:Henle 纤维层

Note:HFL:Henle fiber layer

2.1.3 SRF 区 HFL 影像特征 鼻侧和颞侧视网膜神经上皮层脱离区对称 15 眼,其中水平位图像 6 眼,两侧 SRF 区 HFL 均呈基本对等的光反射信号;鼻侧抬高位图像 3 眼,鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于颞侧(图 2B);颞侧抬高位图像 6 眼,颞侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于鼻侧(图 2C)。

鼻侧和颞侧视网膜神经上皮层脱离区不对称 11 眼,其中水平位图像 3 眼,颞侧脱离范围均大于鼻侧,颞侧 SRF 区 HFL 光反射信号均高于鼻侧(图 2D);鼻侧抬高位图像 4 眼,3 眼颞侧脱离范围大于鼻侧,两侧 SRF 区 HFL 光反射信号基本对等,1 眼鼻侧脱离范围大于颞侧,鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号高于颞侧;颞侧抬

高位图像 4 眼,3 眼鼻侧脱离范围大于颞侧,两侧 SRF 区 HFL 光反射信号基本对等,1 眼鼻侧脱离范围和高度均大于颞侧,鼻侧 SRF 区 HFL 光反射信号高于颞侧。

2.2 视网膜神经上皮层呈不规则形脱离患眼 SRF 区 HFL 的 OCT 影像特征

视网膜神经上皮层呈不规则形脱离者 9 眼,SRF 区 HFL 呈现 5 种表现类型,其中边界 1 型占 77.78% (7/9);边界 2 型占 55.56% (5/9);完全高反射型占 66.67% (6/9);低反射型占 44.44% (4/9);模糊型占 22.22% (2/9)。

7 眼脱离的视网膜神经上皮层欠平滑,其中水平位图像 1 眼,颞侧 SRF 区中间段视网膜稍平缓,HFL 呈边界 2 型,两侧呈边界 1 型;颞侧抬高位图像 1 眼,颞侧 SRF 区末端视网膜陡峭,HFL 从中心凹向外依次为边界 1 型、完全高反射型和边界 2 型;鼻侧抬高位图像 2 眼,1 眼黄斑中心凹下陷,颞侧近中心凹处 HFL 呈完全高反射型,向外依次呈边界 1 型、边界 2 型,1 眼鼻侧 SRF 区中间平缓段 HFL 呈模糊型,两侧呈完全高反射型(图 2E);2 眼鼻侧抬高位和 1 眼颞侧抬高位图像中脱离最高处均位于鼻侧 SRF 区,HFL 近中心凹侧呈低反射型,远离中心凹侧呈完全高反射型。

2 眼视网膜神经上皮层呈低水平脱离,其中鼻侧抬高位图像 1 眼,鼻侧 SRF 区 HFL 呈低反射型,颞侧无脱离呈模糊型(图 2F);颞侧抬高位图像 1 眼,颞侧 SRF 区 HFL 呈模糊型,鼻侧呈边界 1 型。

本研究中 1 例 CSC 患者同一次 OCT 检查中的鼻侧抬高位图像和颞侧抬高位图像中出现边界 1 型和完全高反射型的相互转变(图 3)。

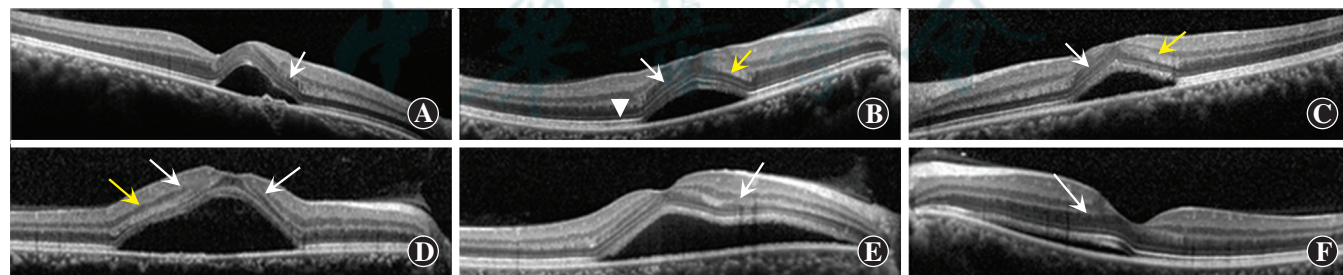


图 2 CSC 患者 OCT 图像 A:右眼颞侧抬高位图像 鼻侧 SRF 区外侧 HFL 呈边界 2 型(白箭头) B:右眼鼻侧抬高位图像 鼻侧 SRF 区 HFL 为完全高反射型(黄箭头),颞侧 SRF 区 HFL 为边界 1 型(白箭头),颞侧 SRF 区和非 SRF 区交界处 HFL 呈柱状型(白三角) C:左眼颞侧抬高位图像 鼻侧 SRF 区 HFL 为边界 1 型(白箭头),颞侧 SRF 区 HFL 为完全高反射型(黄箭头) D:右眼水平位图像 鼻侧 SRF 区 HFL 为边界 1 型(白箭头),颞侧 SRF 区 HFL 近中心凹侧为边界 1 型(白箭头)、外侧为完全高反射型(黄箭头),颞侧视网膜神经上皮层脱离范围大于鼻侧 E:右眼鼻侧抬高位图像 鼻侧 SRF 区 HFL 从中心向外侧依次呈完全高反射型、模糊型(白箭头)、完全高反射型,鼻侧视网膜神经上皮层走向欠平滑 F:左眼鼻侧抬高位图像 鼻侧视网膜神经上皮层呈低水平脱离,SRF 区 HFL 呈低反射型(白箭头)

Figure 2 OCT images of patients with CSC A: Temporal elevated OCT image of right eye Outer HFL over nasal SRF appeared to be delimited type 2 (white arrow) B: Nasal elevated OCT image of right eye HFL was bright (yellow arrow) over nasal SRF, delimited type 1 (white arrow) over temporal SRF, columnar (white triangle) at the junction of temporal SRF and non-SRF area C: Temporal elevated OCT image of left eye HFL showed delimited type 1 (white arrow) over nasal SRF, bright (yellow arrow) over temporal SRF D: Horizontal OCT image of right eye HFL presented delimited type 1 (white arrow) over nasal SRF, delimited type 1 (white arrow) close to the foveal center over temporal SRF and bright (yellow arrow) outside. The retinal detachment range was larger on temporal side E: Nasal elevated OCT image of right eye In the foveal center to nasal direction, HFL was initially bright, then became indistinct (white arrow) and bright again over nasal SRF. The detached neurosensory retina on nasal side was irregular F: The neurosensory retina on nasal side showed low level detachment, and HFL was dark (white arrow) over SRF area

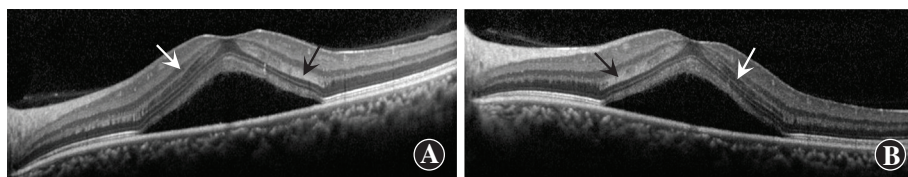


图3 1例33岁男性CSC患者左眼同次检查不同倾斜方位OCT图像 从颞侧抬高位到鼻侧抬高位,鼻侧SRF区HFL由边界1型(白箭头)转变为完全高反射型(黑箭头),颞侧SRF区HFL由完全高反射型转变为边界1型 A:颞侧抬高位 B:鼻侧抬高位

Figure 3 Left eye OCT images of different tilt directions from a 33-year-old male CSC patient at the same visit From the temporal elevated OCT image to nasal elevated OCT image, HFL reflectivity varied from delimited type 1 (white arrow) to bright (black arrow) over nasal SRF, and from bright to delimited type 1 over temporal SRF A: Temporal elevated OCT image B: Nasal elevated OCT image

3 讨论

HFL由脱髓鞘的光感受器轴突和Müller细胞突起组成,与双极细胞和水平细胞的树突形成突触连接^[8-10]。HFL为长圆柱形结构,呈倾斜走向、放射状分布,具有双折射的光学性质^[5,8,11-14]。HFL在OCT图像中的可见性呈角度依赖性,当扫描光与HFL越接近垂直位入射时光反射信号越强,反之则越弱^[5,7,12,15]。通过改变扫描光经瞳孔的入射位置可以改变扫描光与HFL之间的角度,OCT图像相应表现为不同方向的倾斜。当扫描光从瞳孔一侧进入时,对侧(压低侧)HFL呈高反射,同侧(抬高侧)HFL呈低反射^[16-20]。此外,HFL本身的自然走向、视网膜下病变也会影响HFL的光反射信号强度^[5,7,21]。

既往关于CSC患眼OCT影像的研究中多将OPL描述为增厚、增宽^[22-23]。Ahlers等^[24]发现急性CSC患眼SRF区ONL和OPL中出现弥漫的高反射信号,在SRF边缘或视网膜弯曲隆起处更加明显,认为是视网膜内部发生了某种改变。Plateroti等^[25]认为这些高反射信号是存在于OPL和ONL的沉积物。随着HFL角度依赖性光反射特性的发现,有研究者开始注意到CSC患眼OCT图像中的HFL,但相关研究并不多见^[5,7]。

Ouyang等^[7]研究分析了35例不同眼病患者(包括年龄相关性黄斑变性、糖尿病视网膜病变、CSC、黄斑前膜、葡萄膜炎、脉络膜炎、青光眼和白内障等)60眼的眼底OCT图像,将HFL分为6种表现类型:(1)完全高反射型 HFL呈比ONL强的带状高反射信号;(2)柱状型 大部分呈高反射信号,间隔低反射信号;(3)锯齿型 高反射和低反射信号交错存在;(4)边界型 HFL呈与ONL相同强度的带状反射信号,伴有高反射的外部边界;(5)模糊型 HFL呈与ONL相同强度的反射信号;(6)低反射型 HFL呈比ONL更低的低反射信号。完全高反射型、柱状型和锯

齿型的反射信号较高,边界型、模糊型和低反射型的反射信号较低^[7,26]。本研究中根据CSC眼HFL的OCT影像特征将边界型分为2种亚型,其中上述边界型定义为边界1型,除高反射外部边界外低反射带中有柱状高反射信号定义为边界2型。

本研究纳入的CSC患眼的SD-OCT图像中,视网膜神经上皮层呈规则圆顶形脱离者与呈不规则

则形脱离者SRF区HFL表现类型不完全相同,但均以边界1型最多见,完全高反射型次之。SRF区HFL未见锯齿型和柱状型,但在非SRF区和SRF区交界处可见柱状型。Ouyang等^[7]和Otani等^[15]认为CSC患眼中SRF的存在使黄斑区视网膜神经上皮层走向发生改变,OCT扫描光相对于HFL的角度变得更加垂直,从而表现为光反射信号增强。边界1型、边界2型和完全高反射型相对于黄斑中心凹分布规律不同,可能与组织学上黄斑区近中心凹处的Henle纤维更长、更加倾斜,导致近中心凹侧和远离中心凹侧HFL相对于扫描光的角度不同有关^[8]。正常人倾斜位OCT图像中中心凹两侧HFL分别呈完全高反射和低反射型^[5,15-16,27];而本研究中有CSC患眼SRF区HFL在视网膜倾斜位置呈现出边界型,因此不能完全用扫描光与HFL之间角度不同来解释,推测SRF区HFL发生了某种病理改变,导致HFL的光反射信号发生变化。Ouyang等^[7]研究发现CSC、新生血管性年龄相关性黄斑变性、脉络膜痣OCT图像中HFL均呈边界型,认为边界型的外部边界高反射可能与OPL和ONL发生滑动所导致的局部组织方向改变有关。CSC发生时组织滑动致近ONL侧和远离ONL侧HFL相对于扫描光之间的角度不同而呈现不同的光反射信号。虽然高分辨率的OCT可以提供接近组织学水平的图像,但OCT呈现的是组织的光学信号特性,与组织病理学结构并不能完全等同,边界型和完全高反射型并不能代表组织发生了不同的病理改变。

本研究中病程>21 d组HFL表现为边界1型比例下降,完全高反射型比例升高。随着CSC病程进展,SRF吸收,神经上皮层脱离区高度变低,视网膜与扫描光之间的角度发生改变致光反射信号增强。Ouyang等^[7]报道了1例49岁女性CSC患者,第1次就诊时神经上皮层脱离区低平,两侧SRF区HFL呈完全高反射型,第3次就诊时SRF增多,脱离区高度增加,SRF

区鼻侧和颞侧 HFL 分别呈边界型和完全高反射型。因此,不同病程 SRF 区 HFL 表现类型可能主要受脱离区高度影响,与病程本身关系不大。

CSC 患眼 SRF 区 HFL 与正常人 OCT 倾斜位图像中抬高侧 HFL 呈低反射信号,压低侧 HFL 呈高反射信号的影像特征完全不同。视网膜神经上皮层脱离区规则、对称时,水平位图像中两侧 SRF 区 HFL 多呈对称性的边界 1 型;倾斜位图像中抬高侧光反射信号均高于压低侧,抬高侧均呈完全高反射型,压低侧多呈边界 1 型、少数呈边界 2 型和完全高反射型。当脱离区规则、不对称时 HFL 表现特征也随之发生改变,当两侧 HFL 与扫描光的入射角度一致时,两侧呈对等的光反射信号,不一致时视网膜抬高较高侧呈较强的光反射信号。石捷等^[26]认为 CSC 患眼水平位图像中两侧 SRF 区 HFL 呈对称性的高反射型,颞侧抬高位图像中鼻侧 SRF 区 HFL 呈较低反射(边界型、模糊型或低反射型),而颞侧 SRF 区 HFL 呈高反射。本研究结果与其观点不完全一致。

视网膜神经上皮层呈不规则形脱离者 HFL 表现类型随视网膜神经上皮层走向的改变而改变,脱离区低平者抬高侧光反射信号略低于压低侧,HFL 表现类型与呈圆顶形脱离者规律相反。Lujan 等^[5]报道了 1 例 RPE 层呈圆顶形脱离的 CSC 患者和 1 例年龄相关性黄斑变性玻璃疣导致 RPE 层隆起的患者,病变区均位于颞侧视网膜,HFL 在近黄斑中心凹侧呈低反射、远离黄斑中心凹侧呈高反射。本研究中 3 例视网膜神经上皮层脱离区最高处均位于鼻侧 SRF 区,HFL 表现类型规律与 Lujan 等^[5]所描述相同。SRF、RPE 脱离和玻璃疣的存在使视网膜病变隆起最高处两侧 HFL 走向发生转变。

总之,CSC 患眼 SRF 区 HFL 可以在 SD-OCT 影像上清楚显示,并呈现出多种表现类型,以边界 1 型和完全高反射型多见,部分呈边界 2 型,少数呈模糊型和低反射型。HFL 表现类型受 OCT 图像倾斜方位、病程、鼻侧和颞侧脱离的视网膜神经上皮层的对称性、范围、高度和走向特征等因素的影响而呈规律性改变。既往研究由于缺乏对 HFL 的认识,明显高估了 CSC 患眼 OPL 的增厚程度和 ONL 变薄的程度。因此,正确认识 CSC 患眼 OCT 图像中 HFL 的特征,对临床医生更准确地理解和判断 OPL 和 ONL 的变化具有重要意义,同时为进一步定量研究 HFL、OPL 和 ONL 厚度的变化以揭示 CSC 疾病发展的可能机制提供依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 刘伟伟:试验设计、收集数据、资料分析及解释、论文撰

写及修改;陈文涛、张博:收集数据、资料分析及解释;李南、赵超、胡锐:收集数据

志谢 感谢天津市眼科医院王小强医生对本研究的指导与帮助

参考文献

- [1] Mohd-Alif WM, Nur-Athirah A, Hanapi MS, et al. Bilateral and multiple central serous chorioretinopathy following COVID-19 infection: a case report and literature review [J/OL]. *Cureus*, 2022, 14 (3): e23246 [2022-06-12]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35449667>. DOI: 10.7759/cureus.23246.
- [2] 尹心恺,戴荣平. 肥厚型脉络膜疾病研究现状及展望[J]. *中华实验眼科杂志*, 2021, 39 (1): 78-83. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200706-00478.
- [3] Yin XK, Dai RP. Research progress on pachychoroid disease[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2021, 39 (1): 78-83. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200706-00478.
- [4] Manayath GJ, Ranjan R, Shah VS, et al. Central serous chorioretinopathy: current update on pathophysiology and multimodal imaging[J]. *Oman J Ophthalmol*, 2018, 11 (2): 103-112. DOI: 10.4103/ojo.OJO_75_2017.
- [5] Byeon SH, Chu YK. Interpretation of fovea center morphologic features in optical coherence tomography[J]. *Am J Ophthalmol*, 2009, 148 (3): 474-475; author reply 475. DOI: 10.1016/j.ajo.2009.05.017.
- [6] Lujan BJ, Roorda A, Knighton RW, et al. Revealing Henle's fiber layer using spectral domain optical coherence tomography [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52 (3): 1486-1492. DOI: 10.1167/iovs.10-5946.
- [7] 何璐,陈长征,易佐慧子,等. 急性中心性浆液性脉络膜视网膜病变多波长炫彩图像特征观察[J]. *中华实验眼科杂志*, 2021, 39 (11): 997-1002. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20210922-00529.
- [8] He L, Chen CZ, Yi ZHZ, et al. Characteristics of multicolor imaging in the acute central serous chorioretinopathy[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2021, 39 (11): 997-1002. DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20210922-00529.
- [9] Ouyang Y, Walsh AC, Keane PA, et al. Different phenotypes of the appearance of the outer plexiform layer on optical coherence tomography [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2013, 251 (10): 2311-2317. DOI: 10.1007/s00417-013-2308-5.
- [10] Hogan MJ, Alvarado JA, Weddell JE. Histology of the human eye: an atlas and textbook[M]. Philadelphia: Saunders, 1971: 448-457.
- [11] Bird AC, Phillips RL, Hageman GS. Geographic atrophy: a histopathological assessment[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2014, 132 (3): 338-345. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2013.5799.
- [12] Drasdo N, Millican CL, Katholi CR, et al. The length of Henle fibers in the human retina and a model of ganglion receptive field density in the visual field[J]. *Vision Res*, 2007, 47 (22): 2901-2911. DOI: 10.1016/j.visres.2007.01.007.
- [13] Hendrickson AE, Yuodelis C. The morphological development of the human fovea[J]. *Ophthalmology*, 1984, 91 (6): 603-612. DOI: 10.1016/s0161-6420(84)34247-6.
- [14] Wartak A, Augustin M, Haindl R, et al. Multi-directional optical coherence tomography for retinal imaging[J]. *Biomed Opt Express*, 2017, 8 (12): 5560-5578. DOI: 10.1364/BOE.8.005560.
- [15] Curcio CA, Messinger JD, Sloan KR, et al. Human chorioretinal layer thicknesses measured in macula-wide, high-resolution histologic sections [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52 (7): 3943-3954. DOI: 10.1167/iovs.10-6377.
- [16] Hunter DG, Patel SN, Guyton DL. Automated detection of foveal fixation by use of retinal birefringence scanning[J]. *Appl Opt*, 1999, 38 (7): 1273-1279. DOI: 10.1364/ao.38.001273.
- [17] Otani T, Yamaguchi Y, Kishi S. Improved visualization of Henle fiber layer by changing the measurement beam angle on optical coherence tomography[J]. *Retina*, 2011, 31 (3): 497-501. DOI: 10.1097/IAE.

- Ob013e3181ed8dae.
- [16] Lujan BJ, Roorda A, Croskrey JA, et al. Directional optical coherence tomography provides accurate outer nuclear layer and henle fiber layer measurements[J]. *Retina*, 2015, 35(8): 1511–1520. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000527.
- [17] Carrasco-Zevallos O, Nankivil D, Keller B, et al. Pupil tracking optical coherence tomography for precise control of pupil entry position[J]. *Biomed Opt Express*, 2015, 6(9): 3405–3419. DOI: 10.1364/BOE.6.003405.
- [18] Tong KK, Lujan BJ, Zhou Y, et al. Directional optical coherence tomography reveals reliable outer nuclear layer measurements[J]. *Optom Vis Sci*, 2016, 93(7): 714–719. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000861.
- [19] Somfai GM, Tian J, DeBuc DC, et al. Directional OCT scans of the macula reveal Henle fibre layer-related imaging patterns[J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2017, 234(4): 534–535. DOI: 10.1055/s-0042-119603.
- [20] Ni S, Khan S, Nguyen TP, et al. Volumetric directional optical coherence tomography[J]. *Biomed Opt Express*, 2022, 13(2): 950–961. DOI: 10.1364/BOE.447882.
- [21] Mrejen S, Gallego-Pinazo R, Freund KB, et al. Recognition of Henle's fiber layer on OCT images[J/OL]. *Ophthalmology*, 2013, 120(6): e32–e33 [2022-06-22]. <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23732066>. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.01.039.
- [22] 周才喜, 杨荣, 刘志强, 等. 中心性浆液性脉络膜视网膜病变神经上皮脱离区的频域光相干断层扫描观察[J]. *中华眼底病杂志*, 2009, 25(3): 169–171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2009.03.003.
- Zhou CX, Yang R, Liu ZQ, et al. Morphologic changes of central serous chorioretinopathy evaluated by Fourier-domain optical coherence tomography[J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2009, 25(3): 169–171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2009.03.003.
- [23] 牟晓月, 孙祖华, 贾晓林, 等. 中心性浆液性脉络膜视网膜病变光感受器层频域光学相干断层扫描的观察[J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2011, 13(3): 169–172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2011.03.003.
- Mou XY, Sun ZH, Jia XL, et al. Use of spectral-domain optical coherence tomography for observing the foveal photoreceptor layer in central serous chorioretinopathy[J]. *Chin J Optom Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 13(3): 169–172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2011.03.003.
- [24] Ahlers C, Geitzenauer W, Stock G, et al. Alterations of intraretinal layers in acute central serous chorioretinopathy[J]. *Acta Ophthalmol*, 2009, 87(5): 511–516. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01468.x.
- [25] Plateroti AM, Witmer MT, Kiss S, et al. Characteristics of intraretinal deposits in acute central serous chorioretinopathy[J]. *Clin Ophthalmol*, 2014, 8: 673–676. DOI: 10.2147/OPTH.S48894.
- [26] 石婕, 彭晓燕. 方向 OCT 的应用及研究进展[J]. *国际眼科纵览*, 2019, 43(4): 234–238. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-5803.2019.04.004.
- Shi J, Peng XY. Application and advancement of directional optical coherence tomography[J]. *Int Rev Ophthalmol*, 2019, 43(4): 234–238. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-5803.2019.04.004.
- [27] 翁铭, 陈长征, 范雯, 等. 正常人眼 Henle 纤维层频域光相干断层扫描图像特征观察[J]. *中华眼底病杂志*, 2014, 30(6): 545–548. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2014.06.003.
- Weng M, Chen CZ, Fan W, et al. Frequency domain optical coherence tomography of human Henle fiber layer[J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2014, 30(6): 545–548. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2014.06.003.

(收稿日期: 2022-07-12 修回日期: 2022-12-20)

(本文编辑: 张宇 骆世平)

读者·作者·编者

本刊对中英文摘要的要求

论著或综述文稿正文请撰写中英文摘要。原创性论著文稿要求为结构式摘要, 包括目的 (Objective)、方法 (Methods)、结果 (Results) 和结论 (Conclusions) 4 个要素, 摘要应能够回答以下问题: (1) 为什么进行这项研究。(2) 主要用什么方法进行研究。(3) 获得什么主要结果。(4) 通过研究得出什么结论等。其中目的部分为本课题对所涉及的研究内容及亟待解决的问题设立的目标。方法部分应提供研究对象、样本量、分组情况、各组的干预情况、与研究相适应的观察或检测指标、获得结局指标的手段和设备等。临床研究请说明是前瞻性研究、回顾性研究还是观察性研究。结果部分请客观描述研究的主要发现, 包括主要的形态学检查表现、相关的关键性或主要的量化资料以及相应的统计学比较结果, 须写明统计学量值及其概率值。结论部分请提出与本研究论据直接相关的、必然的推论, 避免得出过度推测性、评价性和扩大化的结论。摘要请用第三人称客观表述, 不列图表, 不引用文献, 不加评论和解释。英文摘要应与中文摘要内容相对应, 但为了对外交流的需要, 可以略详细。英文摘要应包括论文文题 (正体) 及全部作者姓名 (汉语拼音, 姓在前, 首字母大写, 名在后, 首字母大写, 双字连写。如: Yin Xiaohui)、标准化的单位名称、城市名称 (汉语拼音)、邮政编码及国家名称 (全部为斜体)。并请另起一行提供通信作者姓名的汉语拼音和 Email 地址, 如 *Corresponding author: Yin Xiaohui, Email: xiaohuih@126.com*。专家述评或综述类文稿请撰写指示性中英文摘要, 摘要内容应包含研究涉及的概念、研究的目的、综述资料的来源、复习的文献量、研究的新发现或应用领域、综合的结果和结论及其意义等必要的信息。

研究论文为前瞻性研究者应在中英文摘要结束处提供临床试验注册号, 以“临床试验注册 (Trial registration)”为标题, 提供注册机构名称和注册号。前瞻性临床研究的论著摘要应注明遵循 CONSORT 声明 (Consolidated Standards of Reporting Trials) (<http://www.consort-standart.org/home>)。

(本刊编辑部)

