

慢性 CSC 患眼及其对侧眼脉络膜血管指数及中心凹下脉络膜厚度评估

孙功鹏 易佐慧子 刘珏君 陈长征

武汉大学人民医院眼科中心, 武汉 430060

通信作者: 陈长征, Email: whuchenchzh@163.com

【摘要】 目的 观察慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变(cCSC)脉络膜血管改变,并分析其与中央黄斑厚度(CMT)的相关性。方法 采用横断面研究设计,纳入 2018 年 3 月到 2019 年 12 月在武汉大学人民医院就诊的单眼 cCSC 患者 38 例 76 眼,并纳入 30 名年龄、性别、等效球镜度(SE)匹配的正常对照者 30 人 30 眼。采用海德堡增强深度成像光学相干断层扫描拍摄所有受检者的脉络膜图像,测量 CMT、中心凹下脉络膜厚度(SFCT)、脉络膜血管指数(CVI)、脉络膜总面积(TCA)、脉络膜基质面积(SA)和脉络膜血管腔面积(LA)。比较 cCSC 患眼、cCSC 对侧眼与正常对照眼间 SFCT、LA、SA、TCA、CMT 和 CVI 的差异,并分析 SFCT 与 CVI、SFCT 与 CMT、CVI 与 CMT 之间的相关性。结果 cCSC 患眼、cCSC 对侧眼与正常对照眼间 CVI 分别为 $(71.67 \pm 5.60)\%$ 、 $(68.33 \pm 3.85)\%$ 和 $(64.70 \pm 1.88)\%$, SFCT 分别为 $483.82(409.01, 550.87)$ 、 $444.66(351.25, 505.15)$ 和 $373.46(327.98, 405.48) \mu\text{m}$ 。cCSC 患眼 CMT、SFCT、TCA、LA、CVI 显著高于 cCSC 对侧眼和正常对照眼,cCSC 对侧眼 SFCT、TCA、LA、CVI 高于正常对照眼,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。3 个组间 SA 两两比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。相关性分析显示,cCSC 患眼 SFCT 与 CVI 呈显著正相关($r_s = 0.703, P < 0.001$),CMT 与 SFCT、CVI 均无明显相关性($r_s = 0.181, P = 0.278; r = 0.231, P = 0.164$)。结论 cCSC 患眼及对侧眼 SFCT 和 CVI 均较正常人高,cCSC 患眼 SFCT 和 CVI 稍高于对侧眼,cCSC 患者脉络膜血管存在显著扩张。cCSC 患眼 CMT 与 SFCT、CVI 均无明显相关性。

【关键词】 中心性浆液性脉络膜视网膜病变; 光学相干断层扫描; 脉络膜; 脉络膜血管指数; 中心凹下脉络膜厚度; 中央黄斑厚度

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20200926-00667

Evaluation of choroidal vascularity index and subfoveal choroidal thickness in eyes with chronic central serous chorioretinopathy and their normal fellow eyes

Sun Gongpeng, Yi Zuohuizi, Liu Juejun, Chen Changzheng

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

Corresponding author: Chen Changzheng, Email: whuchenchzh@163.com

【Abstract】 **Objective** To observe the choroidal vascular changes of chronic central serous chorioretinopathy (cCSC), and analyze their correlations with central macular thickness (CMT). **Methods** A cross-sectional study was adopted. Seventy-six eyes of 38 patients with monocular cCSC who were treated in Renmin Hospital of Wuhan University from March 2018 to December 2019 were enrolled, and 30 eyes of 30 normal control matched with age, gender, and spherical equivalent (SE) were included. Choroidal images of all subjects, and the CMT, subfoveal choroidal thickness (SFCT), choroidal vascularity index (CVI), total choroidal area (TCA), choroidal stromal area (SA), and choroidal luminal area (LA) were measured by Heidelberg enhanced depth imaging optical coherence tomography. The differences in SFCT, LA, SA, TCA, CMT and CVI between the cCSC eye, fellow eye and normal eye, as well as the correlation between SFCT and CVI, SFCT and CMT, and CVI and CMT were analyzed. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Renmin Hospital of Wuhan University (No. WDRY2020-K234). **Results** The CVI and the SFCT of the cCSC eyes, fellow eyes and normal eyes were $(71.67 \pm 5.60)\%$ and $483.82(409.01, 550.87) \mu\text{m}$, $(68.33 \pm 3.85)\%$ and $444.66(351.25, 505.15) \mu\text{m}$, $(64.70 \pm 1.88)\%$ and $373.46(327.98, 405.48) \mu\text{m}$, respectively. The CMT, SFCT, TCA, LA, CVI in cCSC eyes were significantly higher than those in the contralateral eyes and normal control eyes, while SFCT, TCA, LA, CVI in the contralateral eyes were higher than those in normal control eyes (all at $P < 0.05$). Pairwise comparison

among the three groups showed no significant difference in SA (all at $P > 0.05$). Correlation analysis showed that in cCSC eyes, SFCT was strongly positively correlated with CVI ($r_s = 0.703, P < 0.001$), and there was no correlation between CMT and SFCT ($r_s = 0.181, P = 0.278$), or CMT and CVI ($r = 0.231, P = 0.164$). **Conclusions** The SFCT and CVI are higher in cCSC and the fellow eyes compared with normal eyes, and the choroidal vessels are significantly dilated in cCSC patients. The SFCT and CVI of the cCSC eye are slightly higher in comparison with the fellow eye. CMT is not correlated with SFCT or CVI in cCSC eyes.

[Key words] Central serous chorioretinopathy; Tomography, optical coherence; Choroid; Choroidal vascularity index; Subfoveal choroidal thickness; Central macular thickness

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20200926-00667

中心性浆液性脉络膜视网膜病变 (central serous chorioretinopathy, CSC) 是一种临床上较常见的导致中年男性中心视力下降的疾病^[1-2]。脉络膜功能障碍是 CSC 发病的主要机制, CSC 患者脉络膜充血、增厚及通透性增加, 继发视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 的结构功能损伤, 血-视网膜屏障破坏, 继而诱发视网膜下液 (subretinal fluid, SRF)、神经上皮脱离和 RPE 脱离等^[3-4]。5%~10% 的 CSC 患者存在持续性 SRF 和 RPE 改变, 从而进展为慢性 CSC (chronic CSC, cCSC)^[5]。增强深度成像光学相干断层扫描 (enhanced depth imaging optical coherence tomography, EDI-OCT) 的出现使我们能够较为完整、清晰地观察到脉络膜^[6]。中心凹下脉络膜厚度 (subfoveal choroidal thickness, SFCT) 和脉络膜血管指数 (choroidal vascularity index, CVI) 等是可以定量评估脉络膜血管状态的指标^[7-9]。既往研究多使用 SFCT 评估 CSC 患者脉络膜的改变, 但 SFCT 无法分析脉络膜内部结构的改变^[10]。国内已有研究报道了急性 CSC 患者 SFCT 和 CVI 的改变^[11], 急性 CSC 患眼及其对侧眼均存在脉络膜增厚, 并伴有脉络膜大血管的显著扩张。但是关于 cCSC 的研究目前仍存在空白, 同时尚无研究对 CVI 与黄斑厚度的相关性进行分析。本研究拟采用 SFCT 和 CVI 定量评估 cCSC 的脉络膜改变, 并分析 CVI 与中央黄斑厚度 (central macular thickness, CMT) 的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究设计, 纳入 2018 年 3 月至 2019 年 12 月于武汉大学人民医院眼科中心就诊的单眼 cCSC 患者 38 例 76 眼, 其中男 27 例, 女 11 例; 年龄 31~67 岁, 平均 (48.6±8.9) 岁。cCSC 患眼等效球镜度 (spherical equivalent, SE) 为 -0.055 (-0.700, 0.790) D; 对侧眼 SE 为 0.045 (-0.700, 0.790) D。cCSC 诊断基于多模式影像^[12], 包括频域 OCT 上存在累及黄斑区的 SRF、神经上皮脱离及 RPE 改变; 荧光素眼底血管造

影 (fluorescein fundus angiography, FFA) 上存在 1 个或多个活动性渗漏以及可见的色素上皮窗样缺损; 吲哚菁绿血管造影 (indocyanine green angiography, ICGA) 上典型的脉络膜高荧光表现; 病程 > 6 个月或反复发作。排除标准: 既往行光动力治疗或激光光凝治疗者; 存在其他可以解释的 SRF 及视力丢失者; SE < -6 D 者; 存在系统性疾病或全身糖皮质激素治疗史者; 合并脉络膜新生血管者; 存在屈光介质混浊影响图像质量者。纳入与患者年龄、性别和屈光度匹配的健康对照者共 30 人 30 眼, 其中男 16 人, 女 14 人; 年龄 26~71 岁, 平均 (47.1±11.8) 岁; SE 为 0.065 (-2.017, 0.540) D。健康对照组纳入标准: 最佳矫正视力 ≥ 1.0; 屈光间质清; SE > -6 D; 不伴任何系统性疾病; 不伴任何眼部疾病。cCSC 组与健康对照组间性别构成比、年龄差异均无统计学意义 ($\chi^2 = 3.011, P = 0.222$; $t = 0.611, P = 0.543$)。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 研究方案经武汉大学人民医院伦理委员会审核批准 (批文号: WDRY2020-K234)。

1.2 方法

1.2.1 常规检查 所有研究对象均进行眼科基本检查, 包括视力、验光、裂隙灯显微镜、彩色眼底照相。此外, CSC 患者均使用眼底血管造影仪 (Spectralis HRA, 德国 Heidelberg 公司) 行 FFA 和 ICGA 检查, 并详细记录病史。

1.2.2 OCT 检查 所有患者均由 2 位经验丰富的医生进行 OCT 检查 (Spectralis OCT, 德国 Heidelberg 公司)。水平经过黄斑中心进行单线 OCT 扫描, 扫描模式为 EDI-OCT, 所有图像叠加次数均为 100 次, 以降低图像的信噪比, 更清晰地显示脉络膜结构。每眼均扫描 3 次, 选取清晰度最佳的图像进行分析, 图像分析均由同一人完成。

1.2.3 图像处理流程 采用 ImageJ 软件对 OCT 图像进行分析处理, 根据图片信息设置图像比例尺, 参考 Sonoda 等^[13]的方法并改动, 对图像进行二值化处理计算脉络膜参数 (图 1, 2)。

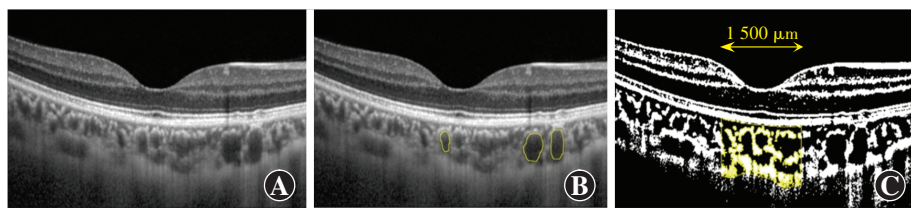


图 1 正常对照眼脉络膜血管指数测量示意图 A: 正常人 EDI-OCT 图像 B: 随意完整选取黄斑下 3 个大血管, 测量其平均灰度值用于调整图像亮度对比度 C: 使用 Niblack 工具二值化图像后, 选取 1 500 μm 宽的脉络膜区域, 黑色区域代表 LA, 白色区域代表 SA, 该正常对照眼 CVI 为 63.62%

Figure 1 Schematic images of CVI measurement in normal eyes A: EDI-OCT image of the normal eye B: The average gray value of three randomly selected large choroidal vessels under the macula were measured to adjust the brightness and contrast of the image C: After image binarization with the Niblack tool, a 1 500 μm wide choroidal area was selected. The black area represented LA and the white area represented SA. In this case, the CVI of the normal control eye was 63.62%

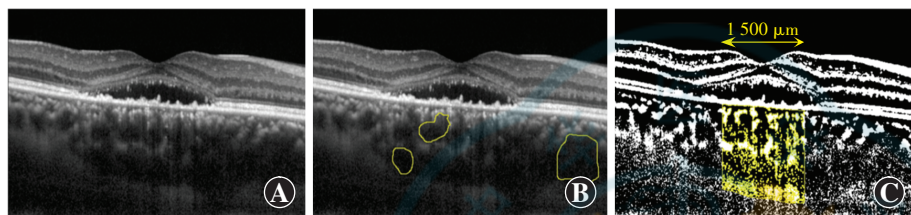


图 2 cCSC 患者脉络膜血管指数测量示意图 该例患眼 CVI 为 76.17%
Figure 2 Schematic image of CVI index measurement in cCSC patient The CVI of the eye in this case was 76.17%

具体如下: (1) 将导出的原始 RGB 图像转换为 8 bit 灰度图; (2) 随意完整选取黄斑区下方直径 >100 μm 的 3 个大血管, 求其平均灰度值, 将其设置为图像最小灰度值, 调整图像亮度与对比度, 最小化图像噪点; (3) 使用 Niblack 阈值方法对图像进行二值化处理, 半径参数默认; (4) 使用多边形选择工具选取黄斑区下 1 500 μm 范围脉络膜区域, 鼻侧边界与颞侧边界距离中心凹均为 750 μm, 添加至“ROI Manager”; (5) 使用“measure”工具计算选中区域的总面积以及白色区域所占百分比; (6) 使用“straight”工具测量 RPE 外缘到脉络膜巩膜交界处的距离。

SFCT 被定义为 RPE 下界到脉络膜巩膜交界处的距离。脉络膜总面积 (total choroidal area, TCA) 为中心凹下 1 500 μm 范围脉络膜总面积, 脉络膜基质面积 (stromal area, SA) 为二值化后该区域内的白色区域面

积, 脉络膜血管腔面积 (luminal area, LA) 为二值化后该区域内的黑色区域面积, LA/TCA 即为 CVI。CMT 定义为中央凹处玻璃体视网膜界面到 RPE 层的厚度。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计学软件对数据进行统计分析。计量资料数据采用 Shapiro-Wilk 检验与直方图检验其正态性, 符合正态分布的数据资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 不符合正态分布的数据资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示。cCSC 组与健康对照组年龄, 正常对照眼与 cCSC 患眼、正常对照眼与 cCSC 对侧眼 CMT 和 CVI 比较采用独立样本 t 检验; cCSC 组与健康对照组性别构成比比较采用 χ^2 检验; cCSC 患眼与对侧眼 SE、SFCT、TCA、LA、SA

差异比较采用 Wilcoxon 符号秩检验, cCSC 患眼与对侧眼 CMT 和 CVI 比较采用配对 t 检验。正常对照眼与 cCSC 患眼、正常对照眼与 cCSC 对侧眼 SE、SFCT、TCA、LA、SA 差异比较采用 Mann-Whitney U 检验。采用 Pearson 相关分析检验 CVI 与 CMT 间的相关性, Spearman 相关分析检验 SFCT 与 CVI、CMT 间的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组 SE、CMT 和脉络膜参数比较

cCSC 患眼 CMT、SFCT、TCA、LA、CVI 显著高于 cCSC 对侧眼和正常对照眼, cCSC 对侧眼 SFCT、TCA、LA、CVI 高于正常对照眼, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。3 个组间 SE 和 SA 两两比较差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1~3)。

表 1 cCSC 患眼与对侧眼 SE、CMT 和脉络膜参数比较
Table 1 Comparison of SE, CMT and choroidal parameters between cCSC and fellow eyes

组别	眼数	SE [$M(Q_1, Q_3), D$] ^a	CMT ($\bar{x} \pm s, \mu m$) ^b	SFCT [$M(Q_1, Q_3), \mu m$] ^a	TCA [$M(Q_1, Q_3), mm^2$] ^a	LA [$M(Q_1, Q_3), mm^2$] ^a	SA [$M(Q_1, Q_3), mm^2$] ^a	CVI ($\bar{x} \pm s, \%$) ^b
cCSC 对侧眼	38	0.045(-0.700, 0.790)	218.26 ± 22.01	444.66(351.25, 505.15)	0.657(0.532, 0.777)	0.462(0.349, 0.544)	0.193(0.172, 0.235)	68.33 ± 3.85
cCSC 患眼	38	-0.055(-0.700, 0.790)	383.63 ± 140.27	483.82(409.01, 550.87)	0.713(0.608, 0.804)	0.498(0.421, 0.631)	0.186(0.172, 0.223)	71.67 ± 5.60
Z/t 值		-0.534	6.837	-2.284	-2.704	-3.238	-1.311	3.806
P 值		0.594	<0.001	0.022	0.007	0.001	0.190	0.001

注: (a: Wilcoxon 符号秩检验; b: 配对 t 检验) cCSC: 慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变; SE: 等效球镜度; CMT: 中央黄斑厚度; SFCT: 中心凹下脉络膜厚度; TCA: 脉络膜总面积; LA: 脉络膜血管腔面积; SA: 脉络膜基质面积; CVI: 脉络膜血管指数

Note: (a: Wilcoxon rank sum test; b: Paired t test) cCSC: chronic central serous chorioretinopathy; SE: spherical equivalent; CMT: central macular thickness; SFCT: subfoveal choroidal thickness; TCA: total choroidal area; LA: luminal area; SA: stromal area; CVI: choroidal vascularity index

表 2 cCSC 患眼与正常对照眼 SE、CMT 和脉络膜参数比较
Table 1 Comparison of SE, CMT and choroidal parameters between cCSC and normal eyes

组别	眼数	SE [M(Q ₁ , Q ₃), D] ^a	CMT ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$) ^b	SFCT [M(Q ₁ , Q ₃), μm] ^a	TCA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	LA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	SA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	CVI ($\bar{x} \pm s, \%$) ^b
正常对照眼	30	0.065(-2.017, 0.540)	218.67±13.28	373.46(327.98, 405.48)	0.551(0.469, 0.612)	0.360(0.293, 0.395)	0.189(0.167, 0.209)	64.70±1.88
cCSC 患眼	38	-0.055(-0.700, 0.790)	383.63±140.27	483.82(409.01, 550.87)	0.713(0.608, 0.804)	0.498(0.421, 0.631)	0.186(0.172, 0.223)	71.67±5.60
Z/t 值		-1.118	-7.209	-4.292	-4.101	-4.570	-0.148	7.176
P 值		0.264	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.882	<0.001

注: (a; Mann-Whitney U 检验; b; 独立样本 t 检验) cCSC: 慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变; SE: 等效球镜度; CMT: 中央黄斑厚度; SFCT: 中心凹下脉络膜厚度; TCA: 脉络膜总面积; LA: 脉络膜血管腔面积; SA: 脉络膜基质面积; CVI: 脉络膜血管指数

Note: (a; Mann-Whitney U test; b; Independent samples t test) cCSC: chronic central serous chorioretinopathy; SE: spherical equivalent; CMT: central macular thickness; SFCT: subfoveal choroidal thickness; TCA: total choroidal area; LA: luminal area; SA: stromal area; CVI: choroidal vascularity index

表 3 cCSC 对侧眼与正常对照眼 SE、CMT 和脉络膜参数比较
Table 1 Comparison of SE, CMT and choroidal parameters between cCSC fellow eyes and normal eyes

组别	眼数	SE [M(Q ₁ , Q ₃), D] ^a	CMT ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$) ^b	SFCT [M(Q ₁ , Q ₃), μm] ^a	TCA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	LA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	SA [M(Q ₁ , Q ₃), mm ²] ^a	CVI ($\bar{x} \pm s, \%$) ^b
正常对照眼	30	0.065(-2.017, 0.540)	218.67±13.28	373.46(327.98, 405.48)	0.551(0.469, 0.612)	0.360(0.293, 0.395)	0.189(0.167, 0.209)	64.70±1.88
cCSC 对侧眼	38	0.045(-0.700, 0.790)	218.26±22.01	444.66(351.25, 505.15)	0.657(0.532, 0.777)	0.462(0.349, 0.544)	0.193(0.172, 0.235)	68.33±3.85
Z/t 值		-1.421	-0.093	-2.742	-2.866	-3.187	-0.877	5.091
P 值		0.155	0.926	0.006	0.004	0.001	0.381	<0.001

注: (a; Mann-Whitney U 检验; b; 独立样本 t 检验) cCSC: 慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变; SE: 等效球镜度; CMT: 中央黄斑厚度; SFCT: 中心凹下脉络膜厚度; TCA: 脉络膜总面积; LA: 脉络膜血管腔面积; SA: 脉络膜基质面积; CVI: 脉络膜血管指数

Note: (a; Mann-Whitney U test; b; Independent samples t test) cCSC: chronic central serous chorioretinopathy; SE: spherical equivalent; CMT: central macular thickness; SFCT: subfoveal choroidal thickness; TCA: total choroidal area; LA: luminal area; SA: stromal area; CVI: choroidal vascularity index

2.2 cCSC 患眼 SFCT、CVI 及 CMT 的相关性分析

相关性分析显示, cCSC 患眼 SFCT 与 CVI 呈正相关($r_s = 0.703, P < 0.001$); CMT 与 SFCT、CVI 均无明显相关性($r_s = 0.181, P = 0.278; r = 0.231, P = 0.164$) (图 3)。

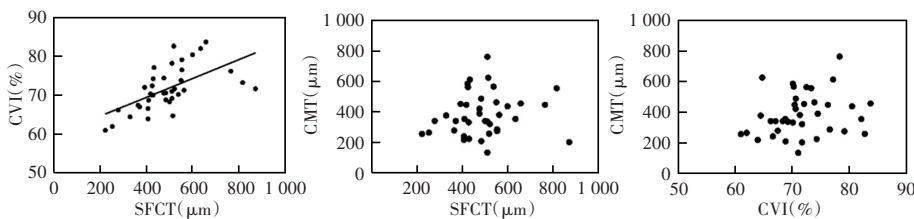


图 3 cCSC 患眼 SFCT、CVI 及 CMT 的相关性分析 (n = 38) A: SFCT 与 CVI 呈正相关 $r_s = 0.703, P < 0.001$ (Spearman 相关分析) B: SFCT 与 CMT 无明显相关性 $r_s = 0.181, P = 0.278$ (Spearman 相关分析) C: CVI 与 CMT 无明显相关性 $r = 0.231, P = 0.164$ (Pearson 相关分析) CVI: 脉络膜血管指数; SFCT: 中心凹下脉络膜厚度; CMT: 中央黄斑厚度

Figure 3 Correlation between SFCT, CVI and CMT in cCSC eyes (n = 38) A: SFCT was positively correlated with CVI $r_s = 0.703, P < 0.001$ (Spearman correlation analysis) B: SFCT was not correlated with CMT $r_s = 0.181, P = 0.278$ (Spearman correlation analysis) C: CVI was not correlated with CMT $r = 0.231, P = 0.164$ (Pearson correlation analysis) CVI: choroidal vascularity index; SFCT: subfoveal choroidal thickness; CMT: central macular thickness

3 讨论

CSC 属于厚脉络膜谱系疾病^[14-15], OCT 可以观察到脉络膜明显增厚以及外层脉络膜大血管的显著扩张, ICGA 可以观察到脉络膜血管高通透性表现。弥漫性或局灶性脉络膜增厚可能会导致血-视网膜外屏障的慢性功能障碍, 继而引起液体渗漏到视网膜与 RPE 之间, 造成 SRF 的积聚^[5]。cCSC 由于发病时间较长或者积液反复复发会导致 RPE 萎缩性改变^[1, 16]。本研究观察了中国人群 cCSC 患眼、对侧眼以及健康人群的脉络膜厚度和脉络膜血管指数, 结果显示与正常对照组相比, cCSC 患眼及其对侧眼的 SFCT 明显增加, CVI 也显著升高; cCSC 患眼的 SFCT 及 CVI 均稍高于其对侧眼。

CVI 为定量描述脉络膜血管扩张状态的参数,已被应用于各种脉络膜视网膜疾病^[9]。通过使用 Niblack 阈值工具分别计算脉络膜血管管腔与脉络膜基质区域面积,并给出脉络膜血管管腔占脉络膜总面积的比值,即 CVI,可以为我们提供除脉络膜厚度外的更多信息^[13]。Agrawal 等^[10]研究发现,SFCT 较易受生理因素,如年龄、眼轴长度、眼压等影响,并且变异性较大,而 CVI 仅受 SFCT 影响,且十分稳定,故 CVI 相较于 SFCT 是一个评估脉络膜血管状态的更好指标。结合 SFCT、CVI 以及 TCA、LA、SA 等参数有利于我们更深入地了解脉络膜血管状态。

本研究结果表明,cCSC 患眼与其对侧眼的 LA 均显著高于正常对照眼,SA 与正常对照眼相比差异无统计学意义,提示脉络膜血管成分显著增加,而基质成分无明显变化。同时,cCSC 患眼和对侧眼的 SFCT、TCA 也显著高于正常对照眼。以上结果提示,cCSC 患者脉络膜增厚主要是由于脉络膜血管管腔面积增加,即由脉络膜血管扩张引起,与既往研究一致^[17-19]。由于 SA 未与 LA 同比率上升,TCA 增加的幅度低于 LA,故表现为 CVI 显著升高。既往研究证实,健康人群中 SFCT 与 CVI 显著相关^[10],本研究发现 CSC 患者的 SFCT 与 CVI 仍呈显著正相关,进一步验证其脉络膜增厚由脉络膜血管扩张引起。cCSC 患眼由于存在 SRF,CMT 显著高于其对侧眼以及正常对照眼。然而,CMT 与 CVI 无明显相关性,这可能受患者不同病程及积液吸收代偿能力差异的影响。

此外,研究报道急性 CSC 患眼 CVI 和 SFCT 显著高于其对侧眼,CSC 患眼 CVI 也高于其对侧眼^[11,20]。本研究观察到,cCSC 患者也表现出类似现象,这可能提示对侧眼处于亚临床病理状态。Ersoz 等^[21]研究发现,42.1% 的急性 CSC 患者会发生双眼病变,而在 cCSC 患者中双眼发病者占 64.2%,该比例显著升高。我们推测部分单眼 cCSC 患者对侧眼 CVI 会慢性进行性升高,达到生理阈值后,可能会诱发急性 CSC,未自发消退且未及时治疗者进而转化为 cCSC,这需要进一步随访研究来验证。CSC 患者多以单眼首先发病,是何因素诱发了单眼首先发病,单眼 cCSC 患者对侧眼发病的诱因为何,是否有生物标志物可以预测,如何预防仍有待进一步研究。

本研究的局限性包括:(1)本研究病例组与对照组样本量均较小,研究结果需要扩大样本量进一步验证;(2)本研究仅对经过黄斑区的单张 B 扫描图像中黄斑周围 1 500 μm 范围的区域进行了分析,无法代表区域内的脉络膜整体状态,未来需要分析更大区域、更

多平面或者脉络膜体积 CVI^[22-23]; (3) 脉络膜厚度在日间不同时间存在波动^[24],我们并未在指定时间拍摄患者的脉络膜图像;(4)在调整图像亮度对比度以及选取脉络膜区域时可能存在人为偏倚;(5)在处理图像的过程中我们也发现,目前文献中所用的方法虽然可以较清晰地对正常人的脉络膜大血管进行选取,但是丢失了脉络膜中层以及脉络膜毛细血管处的细节,同时在 cCSC 患者的图像处理中,即使调整了图像亮度对比度,选取的脉络膜大血管中仍然存在许多代表基质的噪点,数据达不到十分真实可靠的水平^[25],算法亟待优化;(6)本研究为横断面研究,无法纵向观察病情进展过程中脉络膜组成的改变。

综上所述,本研究结果表明 cCSC 患眼 SFCT 和 CVI 升高,脉络膜增厚,脉络膜血管显著扩张,基质无明显改变。本研究定量分析了脉络膜血管的状态改变,填补了国人 cCSC 患者 CVI 分析的空白。未来需要进一步进行纵向研究,观察患者病程进展过程中的脉络膜改变,并评估 cCSC 患者在微脉冲或光动力治疗前后脉络膜血管的变化,判断 CVI 是否可以作为预测患者积液吸收和视力恢复的有效指标。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 孙功鹏:实施研究、采集数据、统计分析、文章撰写;易佐慧子:设计试验、采集数据、分析/解释数据;刘珏君:采集数据;陈长征:文章审阅及定稿

参考文献

- [1] Kaye R, Chandra S, Sheth J, et al. Central serous chorioretinopathy: an update on risk factors, pathophysiology and imaging modalities [J/OL]. Prog Retin Eye Res, 2020, 79: 100865 [2022-07-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32407978/>. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2020.100865.
- [2] 文峰, 吉宇莹. 重视中心性浆液性脉络膜视网膜病变的鉴别诊断 [J]. 中华实验眼科杂志, 2014, 32(12): 1057-1060. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.12.001.
- [3] Wen F, Ji YY. Paying attention to the differential diagnosis of central serous chorioretinopathy [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2014, 32(12): 1057-1060. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.12.001.
- [4] van Rijssen TJ, van Dijk E, Yzer S, et al. Central serous chorioretinopathy: towards an evidence-based treatment guideline [J/OL]. Prog Retin Eye Res, 2019, 73: 100770 [2022-07-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31319157/>. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2019.07.003.
- [5] 陈青山, 赵霞, 李志, 等. 中心性浆液性脉络膜视网膜病变转换为 PCV 和 PNV 的多模式影像学特征 [J]. 中华实验眼科杂志, 2019, 37(1): 30-34. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.01.007.
- [6] Chen QS, Zhao X, Li Z, et al. Multimodal imaging characteristics of central serous chorioretinopathy converted to polypoidal choroidal vasculopathy and pachychoroidal neovascularization [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2019, 37(1): 30-34. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.01.007.
- [7] Iovino C, Au A, Chhablani J, et al. Choroidal anatomic alterations after photodynamic therapy for chronic central serous chorioretinopathy: a multicenter study [J]. Am J Ophthalmol, 2020, 217: 104-113. DOI:

- 10.1016/j.ajo.2020.04.022.
- [6] Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2008, 146(4): 496-500. DOI:10.1016/j.ajo.2008.05.032.
- [7] 何吕福, 王晓华. 脉络膜厚度研究进展 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2017, 35(10): 949-954. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.10.021.
- He LF, Wang XH. Review on progress of choroidal thickness [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2017, 35(10): 949-954. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.10.021.
- [8] Chung YR, Kim JW, Choi SY, et al. Subfoveal choroidal thickness and vascular diameter in active and resolved central serous chorioretinopathy [J]. *Retina*, 2018, 38(1): 102-107. DOI:10.1097/IAE.0000000000001502.
- [9] 孙功鹏, 陈长征. 脉络膜血管指数在眼底疾病中的应用研究现状及进展 [J]. *中华眼底病杂志*, 2020, 36(11): 897-901. DOI:10.3760/cma.j.cn511434-20190827-00265.
- Sun GP, Chen CZ. The status and advances in the application of choroidal vascular index in fundus diseases [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2020, 36(11): 897-901. DOI:10.3760/cma.j.cn511434-20190827-00265.
- [10] Agrawal R, Gupta P, Tan KA, et al. Choroidal vascularity index as a measure of vascular status of the choroid: measurements in healthy eyes from a population-based study [J/OL]. *Sci Rep*, 2016, 6:21090 [2022-07-12]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26868048/>. DOI:10.1038/srep21090.
- [11] 王薇, 李爽, 李红阳, 等. 急性中心性浆液性脉络膜视网膜病变患者脉络膜血管指数及中心凹下脉络膜厚度测量分析 [J]. *中华眼底病杂志*, 2019, 35(4): 353-357. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2019.04.008.
- Wang W, Li S, Li HY, et al. Measurement and analysis of choroidal vascularity index and subfoveal choroidal thickness in central serous chorioretinopathy [J]. *Chin J Ocul Fundus Dis*, 2019, 35(4): 353-357. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1015.2019.04.008.
- [12] Daruich A, Matet A, Dirani A, et al. Central serous chorioretinopathy: recent findings and new physiopathology hypothesis [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2015, 48:82-118. DOI:10.1016/j.preteyeres.2015.05.003.
- [13] Sonoda S, Sakamoto T, Yamashita T, et al. Choroidal structure in normal eyes and after photodynamic therapy determined by binarization of optical coherence tomographic images [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 55(6): 3893-3899. DOI:10.1167/iovs.14-14447.
- [14] 徐奕爽, 苏钰, 陈长征. 脉络膜增厚谱系疾病的研究现状与进展 [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2018, 20(4): 253-256. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2018.04.013.
- Xu YS, Su Y, Chen CZ. Progress and research in pachychoroid spectrum disease [J]. *Chin J Optom Ophthalmol Vis Sci*, 2018, 20(4): 253-256. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2018.04.013.
- [15] 张新媛, 赖旭佑. 关注黄斑区肥厚型脉络膜疾病谱的概念及研究 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2017, 35(5): 385-390. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.05.001.
- Zhang XY, Lai XY. Paying attention to the concept and research of pachychoroid disease spectrum [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2017, 35(5): 385-390. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.05.001.
- [16] Sartini F, Figus M, Nardi M, et al. Non-resolving, recurrent and chronic central serous chorioretinopathy: available treatment options [J]. *Eye (Lond)*, 2019, 33(7): 1035-1043. DOI:10.1038/s41433-019-0381-7.
- [17] Rasheed MA, Goud A, Mohamed A, et al. Change in choroidal vascularity in acute central serous chorioretinopathy [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2018, 66(4): 530-534. DOI:10.4103/ijo.IJO_1160_17.
- [18] Chung YR, Kim JW, Kim SW, et al. Choroidal thickness in patients with central serous chorioretinopathy: assessment of haller and sattler layers [J]. *Retina*, 2016, 36(9): 1652-1657. DOI:10.1097/IAE.0000000000000998.
- [19] Savastano MC, Dansingani KK, Rispoli M, et al. Classification of haller vessel arrangements in acute and chronic central serous chorioretinopathy imaged with en face optical coherence tomography [J]. *Retina*, 2018, 38(6): 1211-1215. DOI:10.1097/IAE.0000000000001678.
- [20] Agrawal R, Chhablani J, Tan KA, et al. Choroidal vascularity index in central serous chorioretinopathy [J]. *Retina*, 2016, 36(9): 1646-1651. DOI:10.1097/IAE.0000000000001040.
- [21] Ersoz MG, Arif S, Hocaoglu M, et al. Patient characteristics and risk factors for central serous chorioretinopathy: an analysis of 811 patients [J]. *Br J Ophthalmol*, 2019, 103(6): 725-729. DOI:10.1136/bjophthalmol-2018-312431.
- [22] Goud A, Singh SR, Sahoo NK, et al. New insights on choroidal vascularity: a comprehensive topographic approach [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(10): 3563-3569. DOI:10.1167/iovs.18-26381.
- [23] Yang J, Wang E, Yuan M, et al. Three-dimensional choroidal vascularity index in acute central serous chorioretinopathy using swept-source optical coherence tomography [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020, 258(2): 241-247. DOI:10.1007/s00417-019-04524-7.
- [24] Ulaganathan S, Read SA, Collins MJ, et al. Daily axial length and choroidal thickness variations in young adults: associations with light exposure and longitudinal axial length and choroid changes [J/OL]. *Exp Eye Res*, 2019, 189: 107850 [2022-07-13]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31639338/>. DOI:10.1016/j.exer.2019.107850.
- [25] Keenan TD, Klein B, Agrón E, et al. Choroidal thickness and vascularity vary with disease severity and subretinal drusenoid deposit presence in nonadvanced age-related macular degeneration [J]. *Retina*, 2020, 40(4): 632-642. DOI:10.1097/IAE.0000000000002434.

(收稿日期:2022-07-20 修回日期:2023-01-03)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

广告目次

瑞秀复(眼科用生物羊膜) 广州瑞泰生物科技有限公司……封二

同息通(曲安奈德注射液) 广东省医药进出口公司珠海公司……前插页

沃丽汀(卵磷脂络合碘片) 广东泰恩康医药股份有限公司……前插页

中华医学期刊全文数据库 《中华医学杂志》社有限责任公司……封三

迈达科技 天津迈达科技股份有限公司……封底