

阈值下导航激光治疗慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变疗效分析

张 苏, 姚 进

引用: 张苏, 姚进. 阈值下导航激光治疗慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变疗效分析. 国际眼科杂志 2022; 22 (10): 1687-1692

作者单位: (210000) 中国江苏省南京市, 南京医科大学附属眼科医院

作者简介: 张苏, 女, 毕业于南通大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 眼底病。

通讯作者: 姚进, 女, 毕业于南京医科大学, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 眼底病. dryaojin@126.com

收稿日期: 2022-01-22 修回日期: 2022-09-06

摘要

目的: 对比分析智能精准靶向导航阈值下能量和微脉冲激光治疗慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变 (cCSC) 的疗效。

方法: 回顾性临床研究。2020-01/2021-01 于南京医科大学附属眼科医院就诊的 cCSC 患者 36 例 40 眼纳入研究, 其中 19 例 23 眼接受智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗 (靶向导航组), 17 例 17 眼接受微脉冲激光 (SML) 治疗 (SML 组)。两组患者基线资料比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。对比两组治疗前和治疗后 2wk, 1, 3, 6mo 最佳矫正视力 (BCVA, LogMAR)、黄斑中心视网膜厚度 (CMT)、黄斑中心凹视网膜下积液 (SRF)、视网膜浅层毛细血管丛 (SCP)、视网膜深层毛细血管丛 (DCP) 的血流密度和黄斑中心凹无血管区 (FAZ) 面积。

结果: 治疗后 3, 6mo, 两组 BCVA 均较治疗前明显提高 ($P<0.05$)。靶向导航组 CMT 在治疗后 2wk 较治疗前明显降低, SML 组在治疗后 1mo 出现降低 ($P<0.05$), 治疗后 3, 6mo 较治疗前明显降低 ($P<0.05$), 而两组间无明显差异 ($P>0.05$)。两组患者 SRF 吸收情况有差异 ($P<0.05$), 靶向导航组患者 SRF 完全吸收率高于 SML 组患者。两组患者治疗后各时间点 SCP、DCP、FAZ 较治疗前均无改变 ($P>0.05$)。

结论: 智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗可迅速改善视网膜形态, 缩短 cCSC 病程以促进视功能恢复, 具有显效时间快、费用低、无创、可重复等优点, 可成为临床治疗 cCSC 新方法。

关键词: 智能精准靶向导航激光; 阈值下能量; 慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变; 微脉冲激光

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2022.10.18

Efficacy of subthreshold navigated laser photocoagulation and micropulse laser for chronic central serous chorioretinopathy

Su Zhang, Jin Yao

The Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Jin Yao. The Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China. dryaojin@126.com

Received: 2022-01-22 Accepted: 2022-09-06

Abstract

• **AIM:** To comparatively analyze the efficacy of subthreshold laser photocoagulation with the NAVILAS® Laser system and subthreshold micropulse laser for patients with chronic central serous chorioretinopathy (cCSC).

• **METHODS:** A retrospective clinical study. A total of 36 patients (40 eyes) with cCSC were recruited from January 2020 to January 2021 diagnosed at the Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University. There were 19 patients (23 eyes) treated with subthreshold navigated laser photocoagulation (the Navilas group), and 17 patients (17 eyes) treated with subthreshold micropulse laser (SML) (the SML group). There was no significant difference in baseline data between the two groups ($P>0.05$). The best corrected visual acuity (BCVA, LogMAR), central macular thickness (CMT), subretinal fluid (SRF) height, vessel densities of the superficial capillary plexus (SCP), the deep capillary plexus (DCP) and area of the foveal avascular zone (FAZ) were collected at 2wk, 1, 3 and 6mo before and after treatment.

• **RESULTS:** The BCVA of the two groups were significantly higher than that before treatment at 3 and 6mo after surgery ($P<0.05$), which was significantly reduced at 2wk after treatment in the Navilas group and was reduced at 1mo after treatment in the SML group ($P<0.05$). In both groups, there was significant decrease compared with that before treatment at 3 and 6mo after treatment ($P<0.05$), but there was no significant difference between the two groups ($P>0.05$). The difference in SRF absorption between the two groups was statistically significant ($P<0.05$), and the complete absorption rate of SRF in the Navilas group was higher than that in the SML group. SCP, DCP, the area of the FAZ were not significantly different from each time

of baseline in the two groups ($P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** Subthreshold laser photocoagulation with the NAVILAS[®] Laser system can rapidly improve the retinal morphology and shorten the course of cCSC to improve the recovery of visual function with its rapid effect, high cost-effectiveness, non-invasiveness and high repeatability, which can be a new clinical method for patients with cCSC.

• **KEYWORDS:** navigated laser photocoagulation; subthreshold laser photocoagulation; chronic central serous chorioretinopathy; micropulse laser

Citation: Zhang S, Yao J. Efficacy of subthreshold navigated laser photocoagulation and micropulse laser for chronic central serous chorioretinopathy. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(10):1687-1692

0 引言

慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变(chronic central serous chorioretinopathy, cCSC)是一种常见的视网膜血管性疾病,病程多超过3mo^[1],其机制可能与脉络膜血管扩张、高通透性及视网膜色素上皮(retina pigment epithelium, RPE)的屏障功能受损有关。荧光素眼底血管造影(fluorescence fundus angiography, FFA)检查表现为近黄斑中心凹旁一个或多个荧光渗漏点^[2-3],呈炊烟状上升或墨渍样弥散扩大。持续视网膜下积液造成RPE萎缩和视网膜光感受器功能受损,造成视功能严重损伤,预后不佳。目前临床上治疗cCSC的主要方法有传统局灶性激光光凝、半量光动力疗法(photodynamic therapy, PDT)、577nm微脉冲激光(subthreshold micropulse laser, SML)和玻璃体腔抗VEGF药物注射等^[4-9]。传统视网膜激光原理为热凝固效应,会对正常视网膜组织造成损伤,仅用于治疗远离黄斑中心凹渗漏点的cCSC病例,具有一定局限性。577nm SML与PDT治疗可用于治疗渗漏点位于黄斑中心凹或近黄斑中心凹区域的cCSC。PDT费用昂贵为有创治疗,可引起RPE萎缩、中心暗点或脉络膜新生血管(choroidal neovascularization, CNV)^[10-12]。577nm SML为治疗cCSC的无创、较为安全的方法,但操作时无法直视激光烧灼反应,且缺乏标准治疗规范,其疗效尚存有争议。智能精准靶向导航激光系统是一种新型视网膜眼球跟踪眼底激光传输系统,具有精准、无创、可重复等特点,弥补了传统治疗的局限性,缩短cCSC患者病程,改善视功能预后。本研究回顾性对比智能精准靶向导航阈值下能量激光与SML治疗近黄斑中心凹的cCSC疗效,以期为临床治疗cCSC提供更为安全、有效和经济的治疗方法。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性分析2020-01/2021-01在南京医科大学附属眼科医院进行治疗的cCSC患者。本研究经南京医科大学附属眼科医院伦理委员会批准,并遵守《赫尔辛基宣言》原则,患者及其家属均签署了知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1)经眼底检查、光学相干断层扫描血管成像(optical coherence tomography angiography, OCTA)及荧光素眼底血管造影(FFA)检查后确诊为病程超过3mo的cCSC患者,伴有视力下降、视物变形和(或)对比敏感

度下降;(2)渗漏点位于黄斑中心凹500 μ m以内;(3)未经过任何药物或激光等治疗;(4)无其他的眼底病变。

1.1.2 排除标准 (1)渗漏点位于黄斑中心凹无血管区500 μ m以外或合并多个渗漏病灶;(2)既往接受过视网膜激光、PDT、玻璃体腔药物注射等治疗;(3)合并视网膜静脉阻塞、葡萄膜炎、年龄相关性黄斑变性等视网膜或脉络膜疾病;(4)继发或合并脉络膜新生血管(choroidal neovascularization, CNV)者;(5)合并全身疾病、肝肾功能不全和严重过敏病史;(6)拒绝签署手术同意书及不能严格随访观察及相关资料不全者。

1.2 方法 所有患者由一名专业眼底病专科医师诊断,并经最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、OCTA、FFA和吲哚菁绿血管造影(indocyanine green angiography, ICGA)等检查后确诊为cCSC。FFA显示高荧光渗漏点在近黄斑中心凹处。本研究根据治疗方式不同分为靶向导航治疗组(靶向导航组)和SML治疗组(SML组)。

1.2.1 智能精准靶向导航激光阈值下能量治疗 采用智能精准靶向导航激光系统(532nm double-plused YAG Laser, OD-OS GMBH, Teltow)。治疗前导入FFA图像与实时眼底照相合成,设置视盘及黄斑保护区并规划治疗点。应用阈值下能量封闭中浆渗漏点,即光斑直径根据病灶大小选择在50~100 μ m,脉冲持续时间为50~100ms,能量滴定从50mW起始(50~70mW),以视网膜刚刚可见淡黄色光斑时的能量作为I级阈值能量。通过降低能量及脉冲时间直至激光斑不可见,为治疗所需阈值下能量,研究中所用阈值下激光能量约为I级阈值能量的80%。

1.2.2 577nm 阈值下微脉冲治疗 采用IQ 577nm激光器(MicroPulseTxCell Scanning Laser Delivery System; Iridex, Mountain View, California)进行微脉冲治疗。治疗参数:光斑直径160 μ m,曝光时间200ms,占空比5%,光斑间隔为0。治疗范围:根据FFA显示的渗漏点及其周围约50 μ m范围内。采用I级阈值能量的50%进行治疗。

1.2.3 检查方法 所有患者均于治疗前和治疗后2wk, 1、3、6mo分别进行BCVA、眼底照相、FFA和OCTA检查。

1.2.3.1 BCVA 采用E字视力表检查患者视力,记录结果由小数视力换算成LogMAR视力进行描述及统计分析。

1.2.3.2 FFA及ICGA 采用共焦激光同步血管造影系统(Heidelberg Spectralis, HRA)进行检查。经荧光素钠皮试结果为阴性后,在患者手臂建立静脉通道,拍摄双眼自发荧光后,抽取20%荧光素钠溶液3mL,在5s内将溶液快速注入静脉内,并对眼底情况进行动态拍摄。

1.2.3.3 黄斑区视网膜及脉络膜厚度 采用OCTA(RTVue XR Avanti)系统EDI模式对患眼黄斑区进行水平和垂直扫描,记录经黄斑中心凹的全视网膜厚度(central macular thickness, CMT)。系统自带测量标尺测量RPE高反射线外缘至巩膜内层反射线的垂直距离,即黄斑中心凹视网膜下积液(subretinal fluid, SRF)高度^[13]。

1.2.3.4 黄斑区视网膜血流密度 OCTA采用血流成像模式,扫描区域为3mm \times 3mm范围,扫描质量系数 $\geq 6/10$,图像分辨率为304像素 \times 304像素,横向和纵向扫描各需3s。分别记录视网膜浅层毛细血管丛(superficial capillary plexus, SCP)、视网膜深层毛细血管丛(deep capillary

plexus, DCP) 的血流密度和黄斑中心凹无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 面积等数据。

统计学分析: 采用 SPSS20.0 软件进行统计学分析, 计数资料的比较采用 Fisher 精确检验, 不同时间点计数资料比较采用广义估计方程; 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表达, 组间比较采用独立样本 t 检验, 不同时间点计量资料比较采用重复测量方差分析, 进一步两两比较采用 LSD- t 检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料分析 本研究中共纳入靶向导航组患者 19 例 23 眼和 SML 组患者 17 例 17 眼, 平均年龄分别为 49.13 ± 10.27 、 46.76 ± 7.32 岁, 其中靶向导航组患者男性 18 例 (95%), SML 组患者男性 13 例 (77%)。两组患者年龄、性别、BCVA、CMT、SRF、SCP、DCP 和 FAZ 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

2.2 治疗前后视力和视网膜形态改变

2.2.1 BCVA 两组患者治疗前后 BCVA 时间及组别有差异 ($F_{\text{时间}} = 18.386, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组别}} = 4.139, P_{\text{组别}} = 0.049$), 时间和组间交互无差异 ($F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 1.100, P_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.344$)。靶向导航组患者 BCVA 值术后 1、3、6mo 较术前显著降低 (均 $P < 0.05$), SML 组患者 BCVA 值术后 3、6mo 较术前显著降低 (均 $P < 0.05$), 两组患者 BCVA 值在术后 3、6mo 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

2.2.2 CMT 两组患者治疗前后 CMT 具有时间和组间差异 ($F_{\text{时间}} = 31.477, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组别}} = 4.416, P_{\text{组别}} = 0.042$), 时间和组间交互无差异 ($F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.852, P_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.426$)。靶向导航组患者 CMT 术后 2wk、1、3、6mo 较术前显著降低 (均 $P < 0.05$), SML 组患者 CMT 术后 1、3、6mo 较术前显著降低 (均 $P < 0.05$), 两组患者 CMT 术后 1mo 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.2.3 SRF 两组患者 SRF 吸收情况组间差异具有统计学意义 ($Wald \chi^2 = 4.874, P = 0.027$), 靶向导航组患者 SRF 完全吸收率高于 SML 组患者。时间差异具有统计学意义 ($\chi^2 = 22.961, P < 0.05$), 与术后 2wk 比较, 术后 3、6mo SRF 完全吸收率显著升高 (均 $P < 0.05$), 见表 4。

2.2.4 黄斑区视网膜血流密度 两组患者治疗前后不同时间 SCP、DCP 及 FAZ 比较, 差异均无统计学意义 ($F_{\text{时间}} = 0.963、1.439、1.413, P_{\text{时间}} = 0.430、0.224、0.246; F_{\text{组别}} = 0.298、0.391、0.101, P_{\text{组别}} = 0.589、0.536、0.752; F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.786、1.022、1.361, P_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.498、0.391、0.255$), 见表 5。

2.3 智能精准靶向导航激光阈值下能量治疗 cCSC 示例

男性患者, 42 岁, 主诉右眼视力下降约 4mo。根据眼底检查、FFA 和 OCT 等检查诊断为 cCSC。患者治疗前 BCVA (LogMAR) 为 0.30, CMT 为 $363 \mu\text{m}$, SRF 为 $204 \mu\text{m}$ 。经智能精准靶向导航激光阈值下能量治疗后 2wk BCVA (LogMAR) 提高为 0, CMT 减轻至 $266 \mu\text{m}$, SRF 吸收至 $178 \mu\text{m}$ 。治疗后 1mo SRF 完全吸收, CMT 减少至 $161 \mu\text{m}$ 。随访术后 3mo SRF 未复发, 见图 1、2。

3 讨论

cCSC 患者黄斑区反复或持续存在的 SRF 加重视网膜光感受器损伤和 RPE 萎缩, 造成视功能不可逆性损伤^[14], 且与病程长短显著相关。因此, cCSC 的早期临床干预对患者预后大有裨益。

传统局灶性视网膜激光治疗渗漏点位于近黄斑区中心凹的 cCSC 风险较高。成熟的眼科医师亦需平均 3~5 个激光斑才能成功瞄准单个渗漏点, 后期光斑重叠融合也会导致患者出现视物旁中心暗点或对比敏感度下降等严重并发症^[15]。PDT 可通过改善脉络膜血管微循环、降低脉络膜血管通透性和减少异常血管渗漏^[10-12, 16-17]以促进 SRF 吸收, 但易出现严重并发症, 如部分患者对光敏剂 (维替泊芬等) 的严重药物过敏反应、术后 RPE 萎缩、永久性脉络膜缺血和继发性 CMV 形成^[18-19]等, 因此患者接受度较低^[20]。SML 是目前临床治疗 cCSC 较为广泛的方法, 减少了传统视网膜激光能量对视网膜的损伤, 但因操作时无法直视激光烧灼反应, 无法评估是否有效治疗局部渗漏灶, 且缺乏标准治疗规范, 术后疗效良莠不齐^[5, 21-23]。

智能精准靶向导航激光通过将计算机辅助图像识别、软件实时跟踪眼球技术引入到眼底激光设备中, 以提高治疗视网膜和黄斑疾病精准性和可重复性。由内置相机获取高清眼底影像或导入其他设备 (如 FFA、Angio OCT 或 OCT 等) 的图像辅助进行数字化治疗方案规划。近黄斑中心凹的阈值能量激光治疗主要是通过封闭局部的 RPE 病灶, 促进愈合反应发生并募集周围正常 RPE 细胞, 或直接刺激渗漏点附近的 RPE 细胞, 激活 RPE 的泵送功能以促进 SRF 吸收^[15, 24], 但易破坏 Bruch 膜而导致视网膜外节受损并诱发 CNV。阈值下激光能量的应用可大大降低对视网膜光感受器损伤。Wood 等^[20]总结了 16 项关于阈值下能量激光治疗 cCSC 的研究, 发现阈值下激光能量可有效减轻视网膜水肿, 并提高患者视力。智能精准靶向导航系统阈值下能量激光治疗黄斑疾病, 可将激光热能局限于 RPE 层内, 以减少对正常视网膜组织的损伤, 大大降低了上述并发症的发生率, 并对初始无效或复发 cCSC 患者可在同一治疗区域内进行重复治疗。动物模型中通过多模态成像、组织病理学和代谢研究等方法验证了阈值下能量激光对视网膜组织的最小损伤作用, 为阈值下能量激光治疗黄斑疾病提供理论依据^[25-26]。临床上, 智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗糖尿病性黄斑水肿也取得了令人满意的疗效^[27-28]。因此, 智能精准靶向导航阈值下能量激光可能是治疗 cCSC 更有效、安全、经济、可重复的治疗方法。

本研究对比智能精准靶向导航阈值下能量激光与 577nm SML 治疗 cCSC 的疗效, 发现两组患者在治疗后 1mo BCVA 均改善。但靶向导航组在术后早期视网膜形态便迅速恢复, 治疗后 2wk 内 CMT 明显减轻和 SRF 吸收。而 SML 组在治疗后 1mo CMT 才开始出现改变, 这与石薇等^[29]研究结果一致, 其研究结果表明, 在对比 SML 与 PDT 治疗 cCSC 时, 发现在治疗后 1mo, SML 组视网膜下积液开始吸收, 较 PDT 组吸收延迟, 导致组间在治疗后 1mo 时 CMT 出现差异。但是由于 PDT 费用昂贵, 光敏剂过敏等患者禁用, 有一定的局限性。本研究结果表明智能精准靶向导航阈值下能量激光能在治疗后早期迅速促进黄斑区视网膜水肿消退和 RPE 下积液吸收, 视网膜形态的恢复明显早于 SML。既往研究表明 SRF 与局灶性 RPE 功能障碍和损伤相关。持续或反复发生的 SRF 提示 RPE 可能存在弥漫性损伤, 造成视网膜光感受器外节丢失, 患者视力预后极差^[2]。智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗能

表1 两组患者基线资料比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	BCVA ($\bar{x}\pm s$,LogMAR)	CMT ($\bar{x}\pm s$, μm)	SRF ($\bar{x}\pm s$, μm)	SCP ($\bar{x}\pm s$,%)	DCP ($\bar{x}\pm s$,%)	FAZ ($\bar{x}\pm s$, mm^2)
靶向导航组	19	18/1	49.13 \pm 10.27	0.40 \pm 0.30	350.30 \pm 128.84	176.65 \pm 113.53	48.41 \pm 5.44	47.96 \pm 4.42	0.29 \pm 0.11
SML组	17	13/4	46.76 \pm 7.32	0.35 \pm 0.22	365.88 \pm 99.32	179.94 \pm 99.73	49.35 \pm 4.51	49.61 \pm 6.06	0.31 \pm 0.09
<i>t</i>		-	0.85	0.447	0.172	-0.10	0.337	1.000	0.595
<i>P</i>		0.326	0.40	0.508	0.680	0.93	0.565	0.324	0.445

注:-,采用 Fisher 精确检验。

表2 两组治疗后各时间与治疗前 BCVA 比较

组别	眼数	治疗前	治疗后 2wk	治疗后 1mo	治疗后 3mo	治疗后 6mo
靶向导航组	23	0.40 \pm 0.30	0.36 \pm 0.28	0.26 \pm 0.15 ^a	0.25 \pm 0.18 ^a	0.24 \pm 0.18 ^a
SML组	17	0.35 \pm 0.22	0.24 \pm 0.15	0.20 \pm 0.13	0.10 \pm 0.09 ^a	0.10 \pm 0.09 ^a
<i>t</i>		0.447	2.271	1.610	8.980	8.910
<i>P</i>		0.508	0.140	0.212	0.005	0.005

注:^a*P*<0.05 vs 同组术前。

表3 两组患眼治疗前后不同时间 CMT 改变情况比较

组别	眼数	治疗前	治疗后 2wk	治疗后 1mo	治疗后 3mo	治疗后 6mo
靶向导航组	23	350.30 \pm 128.84	275.26 \pm 100.20 ^a	220.39 \pm 48.55 ^a	213.35 \pm 47.04 ^a	203.00 \pm 44.73 ^a
SML组	17	365.88 \pm 99.32	329.71 \pm 101.40	269.41 \pm 78.29 ^a	246.94 \pm 62.17 ^a	222.24 \pm 55.19 ^a
<i>t</i>		0.172	2.857	11.366	3.793	1.482
<i>P</i>		0.680	0.099	0.002	0.059	0.231

注:^a*P*<0.05 vs 同组术前。

表4 两组患眼治疗后不同时间 SRF 吸收情况比较

组别	眼数	治疗后 2wk	治疗后 1mo	治疗后 3mo	治疗后 6mo
靶向导航组	23	9(39)	14(61)	18(78)	21(91)
SML组	17	6(35)	7(41)	10(59)	12(71)

表5 两组治疗前后各时间视网膜血流密度改变情况对比

指标	组别	眼数	治疗前	治疗后 2wk	治疗后 1mo	治疗后 3mo	治疗后 6mo
SCP(%)	靶向导航组	23	48.41 \pm 5.44	48.17 \pm 5.04	47.41 \pm 5.07	47.55 \pm 4.29	47.47 \pm 5.04
	SML组	17	49.35 \pm 4.51	47.64 \pm 5.05	48.62 \pm 3.98	48.28 \pm 4.31	48.75 \pm 4.26
	<i>t</i>		0.337	0.112	0.670	0.282	0.714
	<i>P</i>		0.565	0.740	0.418	0.599	0.403
DCP(%)	靶向导航组	23	47.96 \pm 4.42	47.38 \pm 3.89	48.05 \pm 5.43	47.60 \pm 4.86	46.00 \pm 3.53
	SML组	17	49.61 \pm 6.06	48.06 \pm 5.74	47.48 \pm 6.04	47.63 \pm 3.13	48.01 \pm 4.85
	<i>t</i>		1.000	0.196	0.099	0.000	2.296
	<i>P</i>		0.324	0.660	0.755	0.983	0.138
FAZ(mm^2)	靶向导航组	23	0.29 \pm 0.11	0.35 \pm 0.22	0.36 \pm 0.21	0.29 \pm 0.11	0.28 \pm 0.11
	SML组	17	0.31 \pm 0.09	0.30 \pm 0.09	0.30 \pm 0.10	0.31 \pm 0.11	0.29 \pm 0.10
	<i>t</i>		0.595	0.663	1.199	0.236	0.170
	<i>P</i>		0.445	0.421	0.280	0.630	0.683

有效缩短 cCSC 患者病程,促进 SRF 的完全吸收,减少对视网膜光感受器的损伤,有利于视功能恢复。治疗后 3~6mo,靶向导航组和 SML 组间 CMT 和 SRF 无明显差异,说明智能精准靶向导航激光治疗 cCSC 的远期疗效并不逊于 SML。黄斑部中央直径约 350 μm 范围内缺乏视网膜毛细血管,仅有视网膜光感受器细胞和胶质细胞,主要由脉络膜血管滋养,该区域即为 FAZ。观察黄斑区视网膜微循

环可反映脉络膜血循环情况。有研究表明,脉络膜血循环障碍导致血管扩张、通透性增加和液体渗漏,造成 RPE 细胞间紧密连接被破坏而形成 SRF^[2]。因此,CSC 早期因脉络膜循环障碍导致黄斑区视网膜水肿,继而浅层和深层视网膜血流减少。本研究所有纳入 cCSC 患者治疗前 SCP 和 DCP 平均值均超出正常视网膜血流密度参考值范围。但靶向导航组和 SML 组治疗前后视网膜浅层、深层血流

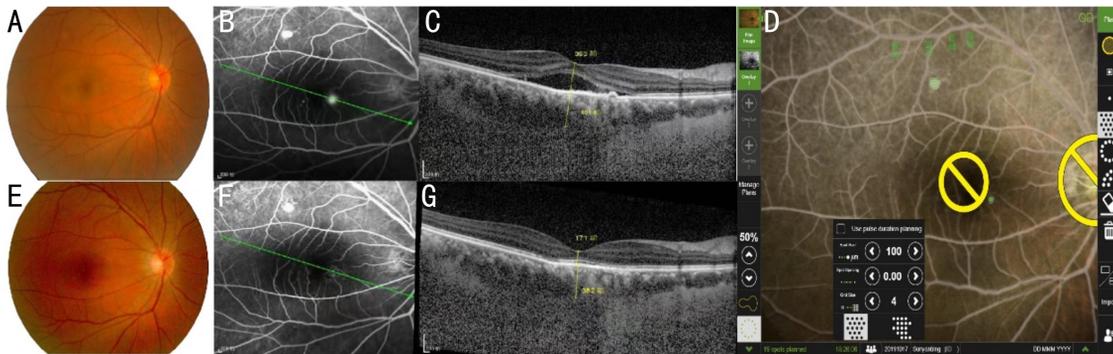


图 1 治疗前后 cCSC 患者右眼眼底情况对比图 A:治疗前 cCSC 右眼眼底彩照;B、C:FFA 联合 OCT。FFA 可见黄斑区拱环鼻侧一渗漏点,对应 OCT 见 RPE 局灶性不均匀脱离;D:Navilas 精准导航激光阈值下能量治疗前在导入 FFA 图像与眼底相匹配,黄圈为设置的视盘及黄斑保护区,绿点为规划的治疗点;黄斑区血管弓附近为治疗前参考的滴定激光斑反应;E:治疗 6mo 后右眼眼底彩照;F、G:治疗 6mo 后 FFA 联合 OCT。FFA 未见明显渗漏,对应 OCT 见 SRF 完全吸收,CMT 较治疗前减低。

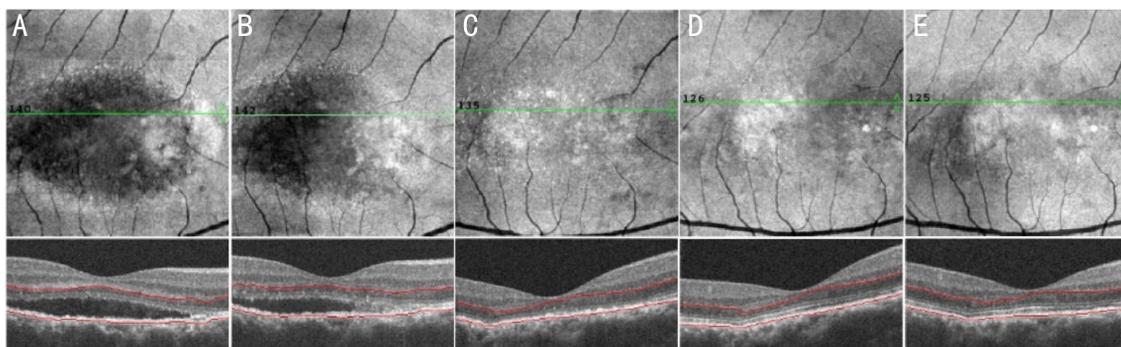


图 2 治疗前后 OCTA 随访模式图(En face 联合 OCT) A:治疗前;B:治疗后 2wk;C:治疗后 1mo;D:治疗后 3mo;E:治疗后 6mo, SRF 逐渐减少至已完全吸收,但 cCSC 导致黄斑区 RPE 层紊乱仍存在,未见明显激光斑痕迹和血流信号。

和 FAZ 无明显改变。这可能是由于智能精准靶向导航阈值下能量激光和 SML 均未能直接封闭脉络膜异常血管病灶,因此对脉络膜和视网膜血流无明显影响。目前针对 CSC 与视网膜血流改变相关研究较少,不同学者对此众说纷纭^[1,3]。未来还需更多 CSC 和视网膜血流改变间研究以进一步探讨二者间相关性。

综上所述,智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗可选择性地将高能量集中在 RPE 层,活化周围的 RPE 迁移、增殖到病灶部位,提高脉络膜视网膜代谢,同时也避免了对光感受器及脉络膜毛细血管的损伤。智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗 cCSC 可迅速改善视网膜形态,缩短病程并促进视功能恢复,具有显效时间快、费用低、无创、可重复等优点。本研究未来仍需长期、大样本的临床随机试验研究以观察智能精准靶向导航阈值下能量激光治疗 cCSC 的有效性和安全性。

参考文献

- 1 Salehi M, Wenick AS, Law HA, et al. Interventions for central serous chorioretinopathy: a network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015(12):CD011841
- 2 Liew G, Quin G, Gillies M, et al. Central serous chorioretinopathy: a review of epidemiology and pathophysiology. *Clin Exp Ophthalmol* 2013; 41(2):201-214
- 3 Gemenetzi M, DE Salvo G, Lotery AJ. Central serous chorioretinopathy: an update on pathogenesis and treatment. *Eye (Lond)* 2010;24(12):1743-1756
- 4 Chan WM, Lai TY, Lai RY, et al. Safety enhanced photodynamic therapy for chronic central serous chorioretinopathy: one-year results of a prospective study. *Retina* 2008;28(1):85-93

- 5 Roisman L, Magalhães FP, Lavinsky D, et al. Micropulse diode laser treatment for chronic central serous chorioretinopathy: a randomized pilot trial. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2013;44(5):465-470
- 6 Breukink MB, den Hollander AI, Keunen JEE, et al. The use of eplerenone in therapy-resistant chronic central serous chorioretinopathy. *Acta Ophthalmol* 2014;92(6):e488-e490
- 7 Caccavale A. Low-dose aspirin as treatment for central serous chorioretinopathy. *Clin Ophthalmol* 2010;899-903
- 8 Togni S, Mazzolani F. Oral administration of a curcumin-phospholipid delivery system for the treatment of central serous chorioretinopathy: a 12-month follow-up study. *Clin Ophthalmol* 2013;7:939-945
- 9 Kurup SK, Oliver A, Emanuelli A, et al. Low-dose methotrexate for the treatment of chronic central serous chorioretinopathy: a retrospective analysis. *Retina* 2012;32(10):2096-2101
- 10 曾婧, 闫媛媛, 丁小燕, 等. 半剂量光动力疗法治疗后慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病患者脉络膜厚度变化分析. *中华眼科杂志* 2013;49(6):490-494
- 11 Nicoló M, Eandi CM, Alovise C, et al. Half-fluence versus half-dose photodynamic therapy in chronic central serous chorioretinopathy. *Am J Ophthalmol* 2014;157(5):1033-1037.e2
- 12 Fujita K, Imamura Y, Shinoda K, et al. One-year outcomes with half-dose verteporfin photodynamic therapy for chronic central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology* 2015;122(3):555-561
- 13 Daruich A, Matet A, Dirani A, et al. Central serous chorioretinopathy: recent findings and new physiopathology hypothesis. *Prog Retin Eye Res* 2015;48:82-118
- 14 Gass JD. Idiopathic central serous chorioretinopathy. *Optom J Am Optom Assoc* 1998;76(11):632
- 15 Verma L, Sinha R, Venkatesh P, et al. Comparative evaluation of diode laser versus argon laser photocoagulation in patients with central

serous retinopathy: a pilot, randomized controlled trial [ISRCTN84128484]. *BMC Ophthalmol* 2004;4:15

16 Müller B, Tatsios J, Klöner J, *et al.* Navigated laser photocoagulation in patients with non-resolving and chronic central serous chorioretinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(9):1581-1588

17 Hanumunthadu D, Tan ACS, Singh SR, *et al.* Management of chronic central serous chorioretinopathy. *Indian J Ophthalmol* 2018; 66(12): 1704-1714

18 Chan WM, Lam DSC, Lai TYY, *et al.* Choroidal vascular remodelling in central serous chorioretinopathy after indocyanine green guided photodynamic therapy with verteporfin: a novel treatment at the primary disease level. *Br J Ophthalmol* 2003;87(12):1453-1458

19 Chen SN, Hwang JF, Tseng LF, *et al.* Subthreshold diode micropulse photocoagulation for the treatment of chronic central serous chorioretinopathy with juxtafoveal leakage. *Ophthalmology* 2008; 115(12):2229-2234

20 Wood EH, Karth PA, Sanislo SR, *et al.* Nondamaging retinal laser therapy for treatment of central serous chorioretinopathy: what is the evidence? *Retina* 2017;37(6):1021-1033

21 Özmert E, Demirel S, Yanık Ö, *et al.* Low-fluence photodynamic therapy versus subthreshold micropulse yellow wavelength laser in the treatment of chronic central serous chorioretinopathy. *J Ophthalmol* 2016; 2016:3513794

22 Colucciello M. Choroidal neovascularization complicating photodynamic therapy for central serous retinopathy. *Retina* 2006;26(2): 239-242

23 Chen SN, Hwang JF, Tseng LF, *et al.* Subthreshold diode micropulse photocoagulation for the treatment of chronic central serous chorioretinopathy with juxtafoveal leakage. *Ophthalmology* 2008; 115(12):2229-2234

24 Klatt C, Saeger M, Oppermann T, *et al.* Selective retina therapy for acute central serous chorioretinopathy. *Br J Ophthalmol* 2011; 95(1): 83-88

25 Lavinsky D, Wang J, Huie P, *et al.* Nondamaging retinal laser therapy: rationale and applications to the macula. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(6):2488-2500

26 Lavinsky D, Sramek C, Wang J, *et al.* Subvisible retinal laser therapy: titration algorithm and tissue response. *Retina* 2014; 34(1): 87-97

27 Kernt M, Ulbig M, Kampik A, *et al.* Navigated Laser Therapy for Diabetic Macular Oedema. *Eur Endocrinol* 2014;10(1):66-69

28 Kernt M, Cheuteu R, Liegl RG, *et al.* Navigated focal retinal laser therapy using the NAVILAS® system for diabetic macula edema. *Ophthalmologie* 2012;109(7):692-698

29 石薇, 张贵森, 惠延年, 等. 微脉冲激光与 PDT 治疗慢性中心性浆液性脉络膜视网膜病变的疗效比较. *国际眼科杂志* 2019;19(6): 1063-1067