

· 临床研究 ·

# 微脉冲激光小梁成形术治疗开角型青光眼及高眼压症的疗效及安全性

洪颖 宋思佳 李书珊 刘擘 张纯

100191 北京大学第三医院眼科(洪颖、宋思佳、李书珊、张纯);100191 北京大学医学部(刘擘)

通信作者:张纯,Email:zhangc1@yahoo.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.11.008

**【摘要】 目的** 研究微脉冲激光小梁成形术(MLT)治疗开角型青光眼及高眼压症的安全性和有效性。**方法** 采用前瞻性自身对照研究设计。连续收集2016年6月至2017年6月于北京大学第三医院眼科就诊的开角型青光眼及高眼压症患者共56例56眼,其中男32例,女24例;年龄(50.4±19.0)岁;原发性开角型青光眼48例,正常眼压性青光眼3例,高眼压症5例。MLT治疗前视力为0.7±0.3,眼压为(20.4±5.8)mmHg(1mmHg=0.133kPa),使用抗青光眼药物的数量平均为1.7种,包括全身用药和局部用药。每例患者任意选择一眼,采用微脉冲激光治疗仪进行MLT治疗,治疗后2h、1d、1周、1个月和3个月进行复查,记录患者的视力眼压、不良反应和用药情况。**结果** 治疗后2h、1d、1周、1个月和3个月眼压分别为(20.2±6.7)、(17.6±4.4)、(18.1±4.5)、(17.4±3.4)和(17.0±2.1)mmHg治疗前后不同时间点眼压总体比较,差异有统计学意义( $F=7.320, P<0.001$ )。治疗后1d、1周、1个月、3个月眼压均较治疗前明显降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ )。MLT治疗后3个月,使用抗青光眼药物的数量平均为1.5种,均为局部用药。所有患者未见感染、前房积血、角膜损伤、组织灼伤等并发症。**结论** MLT可以安全、有效地降低开角型青光眼和高眼压症患者的眼压,并减少青光眼药物的使用。

**【关键词】** 微脉冲激光;眼压;开角型青光眼;高眼压症**基金项目:** 国家自然科学基金项目(81670851)

## The efficiency of micropulse laser trabeculoplasty for open angle glaucoma and ocular hypertension patients

Hong Ying, Song Sijia, Li Shushan, Liu Bo, Zhang Chun

Department of Ophthalmology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China (Hong Y, Song SJ, Li SS, Zhang C); Peking University Health Center, Beijing 100191, China (Liu B)

Corresponding author: Zhang Chun, Email: zhangc1@yahoo.com

**[Abstract] Objective** To evaluate the efficiency and safety of micropulse laser trabeculoplasty (MLT) for open angle glaucoma (OAG) patients and ocular hypertension (OHT) patients. **Methods** A prospective self-controlled study was designed. Fifty-six eyes of 56 OAG and OHT patients in Peking University Third Hospital were recruited from June 2016 to June 2017, including 32 males and 24 females with the age of (50.4±19.0) years old. The diagnosis included 48 eyes of primary open angle glaucoma (POAG), 3 eyes of normal tension glaucoma and 5 eyes of OHT. The best corrected vision acuity (BCVA) was 0.7±0.3 before treatment. The intraocular pressure (IOP) before MLT was (20.4±5.8) mmHg, the average types of antiglaucoma medications was 1.7, including systemic medication and local drug use. The general information, BCVA, IOP and antiglaucoma medication were recorded. Only one eye of each patient was treated by MLT. The IOP at different follow-up time points (2 hours, 1 day, 1 week, 1 month, 3 months post-treatment) and the number of antiglaucoma medication before and after treatment were compared. This study protocol was approved by Ethic Committee of Peking University Third Hospital (No. 2014166). Written informed consent was obtained from each subject prior to any medical examination. **Results** The IOP after MLT was (20.2±6.7), (17.6±4.4), (18.1±4.5), (17.4±3.4) and (17.0±2.1) mmHg at 2 hours, 1 day, 1 week, 1 month and 3 months, respectively, with significant difference among the different time points ( $F=7.320, P<0.001$ ). Compared with the IOP before treatment, the IOP at 1 day, 1 week, 1 month and 3 months after

treatment were significantly decreased, with significant differences between them (all at  $P < 0.05$ ). Three months after treatment, the average number of glaucoma medications used was 1.5, and only local administration was used. Infection, hyphema, cornea injury, burns and other complications were not seen in all the patients. **Conclusions** MLT is effective and safety for OAG and OHT patients, and reduce the use of glaucoma drugs.

**[Key words]** Micropulse laser trabeculoplasty; Intraocular pressure; Open angle glaucoma; Ocular hypertension

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81670851)

青光眼是世界范围内主要的不可逆性致盲眼病<sup>[1]</sup>。目前,青光眼的主要治疗方案包括药物、激光和手术治疗<sup>[2]</sup>。药物治疗青光眼的方法比较安全,但存在每天多次用药、长期用药损伤眼表组织和药物降压效果有限等缺点<sup>[3]</sup>,而手术降低眼压虽然效果确切,但是存在手术风险和手术并发症<sup>[4]</sup>。激光治疗兼具有效性和安全性,成为青光眼医师的另一个选择<sup>[5-8]</sup>。目前,开角型青光眼的激光治疗包括氩激光小梁成形术(argon laser trabeculoplasty, ALT)、选择性小梁成形术(selective laser trabeculoplasty, SLT)和微脉冲激光小梁成形术(micropulse laser trabeculoplasty, MLT)<sup>[5-8]</sup>。微脉冲激光治疗仪采用具有占空比的微脉冲连续波长激光,可对眼球组织进行阈下治疗而不引起组织瘢痕。微脉冲激光最初应用于糖尿病视网膜病变、视网膜静脉阻塞和中心性浆液性脉络膜视网膜病变所造成的黄斑水肿的治疗<sup>[9-14]</sup>。后来,其也开始应用于开角型青光眼的治疗<sup>[15]</sup>。MLT具有阈下治疗的特点和较长的激光波长,因此与其他激光相比,并不造成小梁网细胞的破坏性损伤<sup>[16-19]</sup>。为了进一步评估 MLT 治疗的有效性和安全性,本研究中观察开角型青光眼和高眼压症患者 MLT 治疗前后的眼压、抗青光眼药物用药情况和并发症,为进一步临床治疗提供依据与参考。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

**1.1.1 一般资料** 采用前瞻性自身对照研究。连续收集 2016 年 6 月至 2017 年 6 月于北京大学第三医院眼科就诊的开角型青光眼和高眼压症患者 56 例 56 眼,其中男 32 例,女 24 例;年龄 14 ~ 85 岁,平均(50.4 ± 19.0)岁。MLT 治疗前视力为光感 ~ 1.0,平均 0.7 ± 0.3;眼压 11 ~ 44 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa),平均(20.4 ± 5.8) mmHg。基线眼压均在每日 8:00 ~ 10:00 测量。使用抗青光眼药物的数量为 0 ~ 4 种,平均(1.7 ± 1.3)种,包括全身用药(醋甲唑胺片口服)和局部用药(β 受体阻滞剂、α 受体激动剂、碳酸酐酶抑

制剂和前列腺素衍生物类药物滴眼液点眼)。联合制剂按照其中所含的抗青光眼药物单药统计。入选患者包括原发性开角型青光眼 48 例,正常眼压性青光眼 3 例和高眼压症 5 例。每例患者任意选择一眼行 MLT 治疗。本研究经过北京大学第三医院伦理委员会批准(批文号:2014166),所有患者均知情同意,并签署书面知情同意书。

**1.1.2 纳入与排除标准** 所有患者 MLT 治疗前经过最佳矫正视力(best corrected vision acuity, BCVA)、Goldmann 压平眼压仪、裂隙灯显微镜、房角镜和直接检眼镜检查。纳入病例包括初诊的青光眼患者和定期随访的青光眼患者。所有患者诊断明确,具备诊断所需的视野等特殊检查结果。纳入标准:(1)原发性开角型青光眼 房角开放,眼压 > 21 mmHg,具有青光眼特征性视野缺损和视神经纤维层改变。(2)正常眼压性青光眼 房角开放,眼压 < 21 mmHg,具有青光眼特征性视野缺损和视神经纤维层改变,经头颅核磁共振检查排除视路及颅内病变。(3)高眼压症 眼压 > 21 mmHg,不具备青光眼性视野缺损和视神经纤维层改变<sup>[16,18-19]</sup>。排除标准:(1)任何象限出现房角关闭者;(2)有角膜病变或者瘢痕者;(3)有眼部炎症者;(4)房角存在新生血管者;(5)伴有严重的系统性疾病者;(6)曾接受过抗青光眼手术或者激光治疗者<sup>[16,18-19]</sup>。

### 1.2 方法

**1.2.1 激光治疗** 采用爱瑞斯微脉冲激光治疗仪(IQ 577™ Laser System, Iridex Corporation, 1212 Terra Bella Avenue, Mountain View, CA)进行 MLT 治疗。治疗前,患者于结膜囊内滴入 2 滴质量分数 0.4% 盐酸奥布卡因滴眼液(日本参天制药株式会社)。患者取坐位,由同一医师完成所有 MLT 治疗。治疗时,在 MLT 专用角膜接触镜的辅助下,采用 300 μm 大小的激光斑,治疗间隔为 300 ms,能量为 1 000 mW,占空比为 15%,对患者的小梁网组织进行全周 360°的激光治疗,共 120 点。

**1.2.2 随访时间和后续治疗** MLT 治疗后,患者留院观察 2 h,记录治疗后 2 h 的眼压,若患者出现恶心、

呕吐、头痛或者高眼压症状,则给予对症处理。嘱患者术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月复诊,测量复查当日 8:00 ~ 10:00 的眼压。根据患者眼压情况调整抗青光眼药物的使用剂量。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析。计量资料经 W 检验证实呈正态分布,采用  $\bar{x} \pm s$  表示。患者 MLT 治疗前及治疗后的各随访时间的眼压采用经重复测量单因素方差分析,两两比较采用 LSD-t 检验。治疗前后患者抗青光眼药物用药的种类比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者 MLT 治疗前后的视力及眼压比较

治疗后各随访时间点视力与治疗前相比无明显变化。本组患者治疗前后不同时间点眼压整体比较,差异有统计学意义 ( $F = 7.320, P < 0.001$ ),其中治疗后 2 h 眼压较治疗前无明显变化,差异无统计学意义 ( $P = 0.207$ );治疗后 1 d、1 周、1 个月、3 个月眼压与治疗前相比明显下降,差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ );治疗后 1 d、1 周、1 个月、3 个月眼压各时间点间两两比较,差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ ) (表 1)。

表 1 患者治疗前后不同时间点眼压比较  $\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$

时间	眼数	眼压
治疗前	56	20.4 ± 5.8
治疗后 2 h	56	20.2 ± 6.7
治疗后 1 d	56	17.6 ± 4.4 <sup>a</sup>
治疗后 1 周	56	18.1 ± 4.5 <sup>a</sup>
治疗后 1 个月	56	17.4 ± 3.4 <sup>a</sup>
治疗后 3 个月	56	17.0 ± 2.1 <sup>a</sup>
F 值		7.320
P 值		<0.001

注:与治疗前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$  (重复测量单因素方差分析, LSD-t 检验)

### 2.2 患者 MLT 治疗前后抗青光眼药物比较

MLT 治疗前使用抗青光眼药物的数量平均为 1.7 种,其中,15 例患者不用药,11 例患者使用 1 种抗青光眼药物,13 例患者使用 2 种抗青光眼药物,12 例患者使用 3 种抗青光眼药物,5 例患者使用 4 种抗青光眼药物。

MLT 治疗后 3 个月使用抗青光眼药物的数量平均为 1.5 种,均为局部用药,其中 22 例患者不用药,9 例患者使用 1 种抗青光眼药物,8 例患者使用 2 种抗青光眼药物,13 例患者使用 3 种抗青光眼药物,4 例患者使用 4 种抗青光眼药物。

治疗后所使用的抗青光眼药物数量较治疗前稍有减少,与治疗前相比,差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 2.971, P = 0.563$ ) (表 2)。

表 2 患者治疗前后使用抗青光眼药物的数量比较

时间	总眼数	使用不同种类抗青光眼药物的眼数				
		0 种	1 种	2 种	3 种	4 种
治疗前	56	15	11	13	12	5
治疗后	56	22	9	8	13	4
$\chi^2$ 值				2.971		
P 值				0.563		

( $\chi^2$  检验)

### 2.3 并发症发生情况

治疗后 2 h 患者平均眼压为 (20.2 ± 6.7) mmHg,最高眼压为 45 mmHg,该例患者 MLT 治疗前的眼压为 44 mmHg,因此患者无明显不适,考虑到治疗前已经应用 4 种抗青光眼药物,其中包括 1 种口服药物,治疗后未再加用其他药物;治疗后 1 d 该患者眼压降至 32 mmHg。所有患者未见感染、前房积血、角膜损伤、组织灼伤等并发症。

### 2.4 治疗前后对侧眼眼压比较

本组患者对侧眼 (未行 MLT 治疗) 的治疗前眼压为 10 ~ 49 mmHg,平均 (18.1 ± 5.8) mmHg;治疗后 2 h 眼压为 8 ~ 47 mmHg,平均 (17.8 ± 6.6) mmHg;治疗后 1 d 的眼压为 8 ~ 27 mmHg,平均 (16.5 ± 3.6) mmHg;治疗后 1 周眼压为 10 ~ 29 mmHg,平均 (17.2 ± 3.8) mmHg;治疗后 1 个月眼压为 11 ~ 28 mmHg,平均 (17.3 ± 3.4) mmHg;治疗后 3 个月眼压为 10 ~ 20 mmHg,平均 (17.5 ± 3.6) mmHg。治疗后对侧眼的眼压较治疗前稍有下降,但治疗前后不同时间点眼压总体比较,差异无统计学意义 ( $F = 0.834, P = 0.527$ )。

## 3 讨论

激光治疗是治疗开角型青光眼的有效手段之一。ALT 和 SLT 可有效降低眼压,减少患者用药,避免部分患者接受手术,但二者均存在小梁网局部组织损伤、治疗后一过性眼压升高等问题<sup>[6-8]</sup>。研究表明,MLT 可以使开角型青光眼患者眼压降低 12.2% ~ 21.3%<sup>[15-19]</sup>。

本研究结果表明,开角型青光眼及高眼压症患者治疗后 2 h 眼压较治疗前无明显变化,治疗后 1 d 开始,眼压平稳下降,治疗后 1 d、1 周、1 个月、3 个月眼压均较治疗前明显下降,治疗后 1 d ~ 3 个月对侧眼眼压无明显变化。Latina 等<sup>[20]</sup>报道,ALT 和 SLT 均可能

出现治疗后 2 h 眼压的一过性升高,可能需要药物降眼压治疗。但本组患者激光治疗后均未出现一过性眼压高。患者使用抗青光眼药物的数量也稍有下降,从治疗前的平均 1.7 种降至治疗后 3 个月时的平均 1.5 种。治疗前未使用抗青光眼药物的患者为 15 例,治疗后增至 22 例。以上结果说明,MLT 治疗开角型青光眼和高眼压症是有效的。

本组患者未见感染、前房积血、角膜损伤、组织灼伤和一过性眼压升高等并发症。上述结果说明,MLT 治疗开角型青光眼和高眼压症是安全的。

目前,国外关于 MLT 治疗开角型青光眼的研究刚刚开始,国内则暂未见报道。MLT 治疗各种不同类型的开角型青光眼的的眼压降幅为 12.2% ~ 21.3%。Detry-Morel 等<sup>[15]</sup>研究发现,对于开角型青光眼患者进行 MLT 治疗,眼压可以降低约 12.2%。Fea 等<sup>[16]</sup>研究发现,对于药物不能控制的开角型青光眼患者,MLT 治疗后 12 个月眼压降幅为 21.3%。Rantala 等<sup>[17]</sup>研究发现,对于原发性开角型青光眼和剥脱性青光眼患者行 MLT 治疗,在至少 6 个月的随访期后,眼压下降约 17.4%。Babalola 等<sup>[18]</sup>研究发现 MLT 治疗后 5 个月,患者的眼压降低约 17.2%。Lee 等<sup>[19]</sup>研究发现,对开角型青光眼和正常眼压性青光眼患者进行 MLT 治疗后 6 个月,眼压下降达 19.5% (表 3)。上述研究显示的 MLT 的降眼压幅度不同,考虑与入选患者的诊断以及激光的波长不同有关。上述研究均未出现术后炎症、一过性眼压升高等并发症,与本研究结果一致。

表 3 近年来 MLT 研究汇总

作者	发表年份	例数	诊断	激光波长 (μm)	眼压降幅 (%)	不良反应	随访时间
Detry-Morel 等 <sup>[15]</sup>	2008	26	POAG	810	12.2	无	3 个月
Fea 等 <sup>[16]</sup>	2008	32	药物控制不良 OAG	810	21.3	无	12 个月
Rantala 等 <sup>[17]</sup>	2012	40	OAG/PEG	810	17.4	无	至少 6 个月
Babalola 等 <sup>[18]</sup>	2015	30	药物控制不良 OAG	810	17.2	无	平均 160 d
Lee 等 <sup>[19]</sup>	2015	53	POAG/NTG	577	19.5	无	6 个月

注:MLT:微脉冲激光小梁成形术;POAG:原发性开角型青光眼;OAG:开角型青光眼;XFG:剥脱性青光眼;NTG:正常眼压性青光眼

本研究结果显示,患者在 MLT 治疗后 3 个月,眼压下降了约 17%,与上述研究结果相近。分析 MLT 眼压降幅有限的原因,可能与本组的基线眼压有关,本研究中患者包含正常眼压性青光眼患者。53% 的患者使用 2 种或 2 种以上抗青光眼药物,30% 的患者使用 3

种或 3 种以上抗青光眼药物控制眼压,相当一部分患者是因为难以耐受药物的不良反应而选择 MLT 治疗,故本研究中纳入的眼压完全失控的高眼压患者不多,所以降眼压幅度有限。

MLT 治疗青光眼,在治疗时和治疗后均无肉眼可见的变化,与 SLT 可以观察到的“香槟泡”样改变不同<sup>[17-21]</sup>。缺少肉眼可以观察到的指标确实增加了 MLT 治疗的难度,治疗更依赖于操作医师的技巧,有可能造成不同医师之间的操作差异,因此,本研究中选择同一医师完成所有患者的操作以减少这种系统差异。

目前,激光小梁成形术的原理仍不完全清楚,但近年来的假说倾向于是一种反应性的细胞生物化学级联反应<sup>[22]</sup>。造成这种生物细胞级联反应的激光阈值并不清楚,但不同的细胞都有可能被这种不致命的热损伤激活,这就是激光治疗的原理。ALT 和 SLT 治疗过程中可产生较大能量的光热效应,进而造成附近组织的损伤。MLT 治疗过程中可产生轻微的光热效应,这个效应足以激发治疗性的细胞级联反应,而不造成肉眼可见的损伤和术中术后并发症<sup>[16]</sup>。

MLT 的特点在于它是通过间断的能量射击来达到治疗目的,小梁网组织的温度会在每次激光能量射击的间隙降至正常,因此不会出现 ALT 造成的小梁网和周围组织的牵拉和收缩,也不会出现 SLT 治疗时出现的小梁网色素细胞的破坏<sup>[24]</sup>。MLT 是通过阈下激光治疗作用于小梁网组织的色素细胞,不会造成周围组织的损伤和小梁网细胞的烧灼效应,这是 MLT 的最大优势<sup>[15]</sup>,因此这种激光可以用于重复治疗。

以往有研究报道,SLT 治疗后,除了治疗眼会出现眼压下降外,对侧眼也会出现不同程度的眼压下降<sup>[21,23]</sup>。本研究中,对侧眼的眼压虽然有小幅度的下降,但治疗前后比较差异无统计学意义,可能与 MLT 的作用较温和,未引起对侧眼的反应有关。

本研究的局限性在于随访时间短,样本量有限。本研究入选病例包括未经治疗的病例和需要调整治疗方案的病例,患者的基线眼压和抗青光眼药物的数量差异较大,且患者的诊断包括多种类型的开角型青光眼和高眼压症。今后,我们将对这些患者继续随访,以获得长期的研究数据,将研究病例进一步分组,可以更准确的评价 MLT 的治疗效果。

综上所述,MLT 可以安全、有效降低开角型青光眼和高眼压患者的眼压,并减少抗青光眼药物的使用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Cho HK, Kee C. Population-based glaucoma prevalence studies in Asians[J]. *Surv Ophthalmol*, 2014, 59(4): 434-447. DOI:10.1016/j.survophthal.2013.09.003.
- [2] Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma; a review[J]. *JAMA*, 2014, 311(18): 1901-1911. DOI: 10.1001/jama.2014.3192.
- [3] Alaei M, Najmi AK, Kausar H, et al. A prospective research study of anti-glaucoma drugs prescribing, utilization pattern and adverse drug reaction recording in a university hospital[J]. *Drug Res (Stuttg)*, 2015, 65(3): 164-168. DOI:10.1055/s-0034-1376964.
- [4] Giovino M. Complications of glaucoma drainage device surgery: a review[J]. *Semin Ophthalmol*, 2014, 29(5-6): 397-402. DOI: 10.3109/08820538.2014.959199.
- [5] Wang W, He M, Zhou M, et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in patients with open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. *PLoS One*, 2013, 8(12): e84270 [2017-10-13]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3868565/>. DOI:10.1371/journal.pone.0084270.
- [6] 张绍阳, 李莉, 钟珊, 等. 选择性激光小梁成形术治疗高血压症和不同病程原发性开角型青光眼的疗效观察[J]. *眼科新进展*, 2017, 37(9): 856-859. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2017.0217.
- Zhang SY, Li L, Zhong S, et al. Clinical effects of selective laser trabeculoplasty in the treatment of ocular hypertension and different course of primary open angle glaucoma[J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2017, 37(9): 856-859. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2017.0217.
- [7] Tsang S, Cheng J, Lee JW. Developments in laser trabeculoplasty[J]. *Br J Ophthalmol*, 2016, 100(1): 94-97. DOI:10.1136/bjophthalmol-2015-307515.
- [8] Meyer JJ, Lawrence SD. What's new in laser treatment for glaucoma? [J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2012, 23(2): 111-117. DOI:10.1097/ICU.0b013e32834f1887.
- [9] Luttrull JK, Sramek C, Palanker D, et al. Long-term safety, high-resolution imaging, and tissue temperature modeling of subvisible diode micropulse photocoagulation for retinovascular macular edema [J]. *Retina*, 2012, 32(2): 375-386. DOI:10.1097/IAE.0b013e3182206f6c.
- [10] Koss MJ, Beger I, Koch FH. Subthreshold diode laser micropulse photocoagulation versus intravitreal injections of bevacizumab in the treatment of central serous chorioretinopathy[J]. *Eye (Lond)*, 2012, 26(2): 307-314. DOI:10.1038/eye.2011.282.
- [11] 魏雅慧, 李雪迎, 才瑜. 选择性激光小梁成形术与抗青光眼药物治疗青光眼和高血压症疗效的 Meta 分析[J]. *中华实验眼科杂志*, 2016, 34(11): 1019-1024. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.11.013.
- Wei YH, Li XY, Cai Y. A meta-analysis of selective laser trabeculoplasty versus antiglaucomatous medication for glaucomatous and ocular hypertensive eyes [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2016, 34(11): 1019-1024. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.11.013.
- [12] 孙兴怀. 选择性激光小梁成形术: 青光眼治疗的新选择[J]. *中华实验眼科杂志*, 2014, 32(2): 97-100. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.001.
- Sun XH. Selective laser trabeculoplasty: up-to-date choice for glaucoma treatment[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2014, 32(2): 97-100. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.001.
- [13] 葛坚, 孙兴怀, 林丁, 等. 选择性激光小梁成形术治疗原发性开角型青光眼有效性和安全性的多中心临床研究[J]. *中华实验眼科杂志*, 2014, 32(2): 159-162. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.013.
- Ge J, Sun XH, Lin D, et al. Multicenter clinical study of safety and efficacy of selective laser trabeculoplasty for Chinese primary open angle glaucoma[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2014, 32(2): 159-162. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.013.
- [14] 王涛, 秦佳音. 选择性激光小梁成形术作为初始疗法治疗原发性开角型青光眼的疗效评价[J]. *中华实验眼科杂志*, 2014, 32(2): 163-167. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.014.
- Wang T, Qin JY. Clinical outcome evaluation of selective laser trabeculoplasty as the initial therapy for primary open angle glaucoma [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2014, 32(2): 163-167. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2014.02.014.
- [15] Detry-Morel M, Muschart F, Pourjavan S. Micropulse diode laser (810 nm) versus argon laser trabeculoplasty in the treatment of open-angle glaucoma: comparative short-term safety and efficacy profile [J]. *Bull Soc Belge Ophtalmol*, 2008, (308): 21-28.
- [16] Fea AM, Bosone A, Rolle T, et al. Micropulse diode laser trabeculoplasty (MDLT): A phase II clinical study with 12 months follow-up[J]. *Clin Ophthalmol*, 2008, 2(2): 247-252.
- [17] Rantala E, Välimäki J. Micropulse diode laser trabeculoplasty—180-degree treatment[J]. *Acta Ophthalmol*, 2012, 90(5): 441-444. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2010.02026.x.
- [18] Babalola OE. Micropulse diode laser trabeculoplasty in Nigerian patients [J]. *Clin Ophthalmol*, 2015, 9: 1347-1351. DOI:10.2147/OPHT.S82678.
- [19] Lee JW, Yau GS, Yick DW, et al. Micropulse laser trabeculoplasty for the treatment of open-angle glaucoma[J/OL]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(49): e2075 [2017-12-23]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5008476/>. DOI:10.1097/MD.0000000000002075.
- [20] Latina MA, Sibayan SA, Shin DH, et al. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty): a multicenter, pilot, clinical study[J]. *Ophthalmology*, 1998, 105(11): 2082-2090. DOI:10.1016/S0161-6420(98)91129-0.
- [21] 邸霞, 范翔, 周吉超, 等. 单眼选择性激光小梁成形术对双眼原发性开角型青光眼的疗效[J]. *中华眼科杂志*, 2016, 52(6): 410-415. DOI:10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.06.004.
- Di X, Fan X, Zhou JC, et al. Effectiveness of unilateral selective laser trabeculoplasty for primary open angle glaucoma [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2016, 52(6): 410-415. DOI:10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.06.004.
- [22] Alvarado JA, Alvarado RG, Yeh RF, et al. A new insight into the cellular regulation of aqueous outflow: how trabecular meshwork endothelial cells drive a mechanism that regulates the permeability of Schlemm's canal endothelial cells[J]. *Br J Ophthalmol*, 2005, 89(11): 1500-1505. DOI:10.1136/bjo.2005.081307.
- [23] Rhodes KM, Weinstein R, Saltzman RM, et al. Intraocular pressure reduction in the untreated fellow eye after selective laser trabeculoplasty [J]. *Curr Med Res Opin*, 2009, 25(3): 787-796. DOI:10.1185/03007990902728316.
- [24] Fudenberg SJ, Myers JS, Katz LJ. Trabecular meshwork tissue examination with scanning electron microscopy: a comparison of micropulse diode laser (mlt), selective laser (slt), and argon laser (alt) trabeculoplasty in human cadaver tissue [J/OL]. *Inves Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49, 1236 [2017-12-20]. <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2376690>.

(收稿日期:2018-04-05 修回日期:2018-09-18)

(本文编辑:刘艳)

读者·作者·编者

## 本期英文缩略语名词解释

RCS:皇家外科学院(Royal College of Surgeon)

CRISPR:成簇规律间隔短回文重复序列(clustered regularly interspaced short palindromic repeats)

Cas:CRISPR 相关核酸酶(CRISPR associated nuclease)

(本刊编辑部)