

选择性激光小梁成形术治疗原发性开角型青光眼的疗效观察

赵庆一¹, 朱彦婷¹, 吴宁玲², 杨迪¹, 陈张燕¹, 张杰宇¹

引用: 赵庆一, 朱彦婷, 吴宁玲, 等. 选择性激光小梁成形术治疗原发性开角型青光眼的疗效观察. 国际眼科杂志, 2025, 25(8): 1343–1346.

基金项目: 中国中医科学院眼科医院高水平中医医院“学科带头人”立项项目 (No.GSP5-78)

作者单位: ¹(215600) 中国江苏省张家港市中医医院 南京中医药大学张家港附属医院; ²(100040) 中国北京市, 中国中医科学院眼科医院眼表疾病科

作者简介: 赵庆一, 女, 本科, 主任医师, 研究方向: 白内障、青光眼。

通讯作者: 朱彦婷, 女, 硕士, 住院医师, 研究方向: 眼视光、青光眼. 1259271087@qq.com

收稿日期: 2025-01-27 修回日期: 2025-06-25

摘要

目的: 评价选择性激光小梁成形术 (SLT) 治疗原发性开角型青光眼 (POAG) 的临床效果。

方法: 回顾性研究。纳入 2022 年 6 月至 2023 年 12 月在我院就诊的药物控制不佳的 POAG 患者 24 例 33 眼, 均行 SLT 治疗。比较治疗前后眼压变化、视野范围指数 [视野平均缺损 (MD) 及缺损程度平均敏感度 (MS)] 变化、视盘周神经厚度及其血流密度 (VD) 变化。

结果: 治疗后 1、3、6、12 mo 患者眼压较治疗前均有明显下降 (均 $P < 0.001$)。MD 值及 MS 值在治疗前, 治疗后 6、12 mo 时比较无差异 (均 $P > 0.05$); 治疗后 12 mo 视盘周围神经厚度及血流密度较治疗前无差异 (均 $P > 0.05$)。

结论: SLT 短期内对 POAG 患者能够显著降低眼压, 且对视野及视盘周围神经无损害, 但 SLT 的有效性随时间延长而下降。

关键词: 选择性激光小梁成形术; 原发性开角型青光眼; 眼压; 视野; 光学相干断层扫描血管成像

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.8.23

Efficacy of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma

Zhao Qingyi¹, Zhu Yanting¹, Wu Ningling², Yang Di¹, Chen Zhangyan¹, Zhang Jieyu¹

Foundation item: The Project of “Academic Leaders” of Eye Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences (No.GSP5-78)

¹Zhangjiagang Hospital of Traditional Chinese Medicine;

Zhangjiagang TCM Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Zhangjiagang 215600, Jiangsu Province, China; ²Department of Ocular Surface Diseases, Eye Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100040, China

Correspondence to: Zhu Yanting. Zhangjiagang Hospital of Traditional Chinese Medicine; Zhangjiagang TCM Hospital Affiliated to Nanjing University of Chinese Medicine, Zhangjiagang 215600, Jiangsu Province, China. 1259271087@qq.com

Received: 2025-01-27 Accepted: 2025-06-25

Abstract

• **AIM:** To assess the effectiveness of selective laser trabeculoplasty (SLT) in the treatment of primary open angle glaucoma (POAG).

• **METHODS:** Totally 24 patients (33 eyes) with POAG who had poor control of intraocular pressure (IOP) from June 2022 to December 2023 were included in this retrospective study, and all of them were treated with SLT. Furthermore, the IOP, mean deviation (MD), mean sensitivity (MS), and the thickness and vascular density (VD) of optic disc nerve layer were compared after treatment.

• **RESULTS:** There were significant reduction in IOP at 1, 3, 6, 12 mo after treatment (all $P < 0.001$). There were no statistically significant differences in MD and MS before treatment and at 6 and 12 mo after treatment (all $P > 0.05$), and there were no statistical significant differences in the thickness and VD of optic disc (all $P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** SLT can significantly reduce IOP in POAG patients in the short term, without damaging the visual field and optic disc nerves, while the effectiveness of SLT decreases over time.

• **KEYWORDS:** selective laser trabeculoplasty; primary open angle glaucoma; intraocular pressure; visual field; optical coherence tomography angiography

Citation: Zhao QY, Zhu YT, Wu NL, et al. Efficacy of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25(8): 1343–1346.

0 引言

原发性开角型青光眼 (POAG) 是一类常见的青光眼类型, 多表现为前房角外观正常且始终保持开放, 但存在眼底视神经的损害。其中眼压异常升高被认为是 POAG 最主要的危险因素^[1]。其发生的主要原因是小梁网结构

或功能改变,造成房水外流受阻。而选择性激光小梁成形术(SLT)能有效提高小梁网的流出率,被认为是治疗POAG的更好选择^[2-5]。而目前的临床研究大多把降眼压效果作为佐证SLT有效性的重要指标,但SLT是否会影响眼底视网膜血流的报道较少,因此,本次研究拟通过解剖学基础、改善小梁网功能及视功能多角度出发,对SLT治疗POAG的短期疗效进行观察。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。纳入2022年6月至2023年12月在我院就诊的药物治疗眼压控制不佳的POAG患者24例33眼作为研究对象。其中男12例15眼,女12例18眼,年龄23-80(平均57.25±16.82)岁。纳入标准:(1)符合POAG诊断标准的患者;(2)有典型的青光眼视野改变或视神经纤维层缺损,局部滴眼液治疗不能达到目标眼压的患者;(3)接受抗青光眼药物(包括前列腺素类),且联合用药后出现药物不耐受,希望通过SLT治疗减少药物使用种类;(4)曾建议行手术,但均因恐惧或其他原因拒绝手术治疗;(5)初次进行SLT患者;(6)年龄≥18岁。排除标准:(1)曾患有葡萄膜炎、糖尿病视网膜病变等其他眼病,眼部手术,眼部外伤史的患者;(2)因个人原因无法完成随访的患者。本次研究经医院伦理委员会审批通过(批准号:JS2022-10-1),所有参与者知情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 观察指标

1.2.1.1 眼压 采用TOPCON眼压计测量,对SLT治疗前和治疗后1、3、6、12 mo的眼压进行监测,并计算治疗后眼压变化比例=(治疗前眼压-治疗后眼压)/治疗前眼压×100%^[6]。

1.2.1.2 视野 采用OCTOPUS 900视野计检测,对SLT治疗前和治疗后6、12 mo进行视野检查,记录视野平均缺损(MD)和视野缺损程度平均敏感度(MS)。

1.2.1.3 视盘周围神经厚度及血流密度 采用Heidelberg Engineering GmbH Spectralis OCT^{PLUS}检测,对SLT治疗前和治疗后12 mo进行检测,记录视盘周围神经纤维层(RNFL)的血流密度(VD),视盘周围神经纤维层的平均、上方、鼻侧、下方及颞侧厚度和视盘周围神经节细胞复合体[GCC:RNFL+神经节细胞层(GCL)+内丛状层(IPL)]的平均、上方、鼻侧、下方及颞侧厚度。

1.2.2 SLT治疗方法 使用波长为532 nm,倍频Q开关Nd:YAG激光治疗仪,激光单脉冲,时间为3 ns,光斑直径为400 nm,初始能量为0.6 mJ,以0.1 mJ幅度进行调整,观察至刚好出现香槟样气泡时为治疗能量^[7]。治疗前盐酸奥布卡因滴眼液表面麻醉,结膜囊内放置LATINA SLT专用前房角镜,瞄准光束聚焦于色素小梁,按照设定参数,从下方色素小梁网开始,间隔一个光斑进行激射,各光斑不重叠,治疗范围为360°。治疗后继续使用原抗青光眼药物,不使用非甾体药物控制炎症反应治疗。操作均由同一位医师完成。

统计学分析:采用SPSS21.0进行数据的统计分析,用Shapiro-Wilk检验对数据进行正态性检验,符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,方差齐的重复测

量数据采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用LSD-*t*检验;当方差不齐时,采用Tamhane's T2。非正态分布的数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组内比较采用Wilcoxon符号秩检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SLT治疗前后眼压比较 SLT治疗后1、3、6、12 mo眼压较治疗前有明显下降(均 $P < 0.001$)。随时间变化眼压呈先下降后上升趋势,与治疗前相比,治疗后1、3、6 mo随时间变化呈下降趋势,治疗后12 mo眼压较治疗后6 mo呈上升趋势,但治疗后1、3、6、12 mo眼压比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。

2.2 SLT治疗后眼压下降比例比较 治疗后1、3、6 mo眼压下降比例随时间变化而增大,治疗后12 mo眼压下降比例小于治疗后6 mo,但差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表2。

2.3 SLT治疗前后MD值和MS值比较 治疗后6、12 mo MD值均小于治疗前,MS值均大于治疗前,但各组间比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表3。

2.4 视盘周围视神经厚度及血流密度比较 SLT治疗前与治疗后12 mo相比,视盘周围RNFL和GCC厚度的各个方向(上方、鼻侧、下方、颞侧)以及RNFL平均厚度变化差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);治疗后12 mo视盘周围RNFL的血流密度较治疗前差异无统计学意义($P > 0.05$),见表4。

表1 SLT治疗后各时间点眼压值变化表 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)

时间	眼数	眼压值
治疗前	33	24.89±7.60
治疗后1 mo	33	16.81±3.05 ^b
治疗后3 mo	33	16.64±2.91 ^b
治疗后6 mo	33	15.74±3.32 ^b
治疗后12 mo	33	15.90±4.11 ^b
<i>F</i>		10.353
<i>P</i>		<0.001

注:^b $P < 0.001$ vs 治疗前。

表2 SLT治疗前后眼压下降比例比较 ($\bar{x} \pm s$, %)

时间	眼数	眼压下降比例
治疗后1 mo	33	28.21±17.57
治疗后3 mo	33	28.65±18.10
治疗后6 mo	33	32.11±19.57
治疗后12 mo	33	31.88±20.38
<i>F</i>		0.393
<i>P</i>		0.758

表3 SLT治疗前后视野比较 ($\bar{x} \pm s$, dB)

时间	MD	MS
治疗前	13.05±8.40	17.10±8.19
治疗后6 mo	11.95±8.47	18.35±7.64
治疗后12 mo	11.96±8.06	18.42±7.26
<i>F</i>	0.192	0.303
<i>P</i>	0.826	0.739

表 4 SLT 治疗前后视盘周围血流变化比较

指标	治疗前	治疗后 12 mo	t/Z	P
RNFL 平均厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	52.5(27.9,70.8)	48.8(30.3,69.8)	-0.206	0.837
RNFL 上方厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	56.0(25.0,96.0)	55.0(21.5,94.0)	-1.279	0.201
RNFL 鼻侧厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	39.0(21.5,64.5)	34.0(20.0,68.5)	-0.177	0.860
RNFL 下方厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	43.0(24.5,83.0)	47.0(23.5,84.0)	-0.593	0.553
RNFL 颞侧厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	34.0(24.5,62.5)	41.0(26.5,57.5)	-1.622	0.105
GCC 上方厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	116.0(71.5,168.5)	115.0(70.0,166.5)	-1.523	0.128
GCC 鼻侧厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	106.0(62.5,126.0)	95.0(58.0,127.0)	-1.236	0.217
GCC 下方厚度[$M(P_{25},P_{75})$, μm]	100.0(71.5,142.5)	103(70.5,144.0)	-0.787	0.431
GCC 颞侧厚度($\bar{x}\pm s$, μm)	111.18 \pm 70.66	108.00 \pm 71.72	1.485	0.147
RNFL-血流密度($\bar{x}\pm s$,%)	16.74 \pm 7.80	15.32 \pm 6.40	1.823	0.078

3 讨论

SLT 由于其高安全性、低成本、可重复以及降眼压的显著疗效,目前已被认为是开角型青光眼的首选治疗方式。其通过选择性光热解作用产生生物学效应,使小梁网内的内皮细胞激活,并分泌一些细胞活性因子,使其再分化,诱导小梁网内的巨噬细胞对小梁细胞间隙淤积的细胞外基质发挥转运或吞噬作用,从而降低房水外流阻力^[6,8],从而起到降低眼压的效果。唐莉等认为 SLT 能有效降低和稳定 POAG 患者的眼压,并且治疗效果与病情严重程度呈负相关关系^[9-10]。周宇等^[10]对 POAG 患者进行分期研究,同样认为治疗有效率随时间延长而降低。本研究结果显示,SLT 治疗后 1、3、6、12 mo 眼压均低于 SLT 治疗前,能够显著降低 POAG 患者的眼压,但治疗后 12 mo 的眼压较治疗后 6 mo 有上升趋势,这与肖玥言等^[11]的结果一致。而 Khawaja 等发现,SLT 能在治疗 12 mo 内甚至更长时间有效控制眼压,与本文结果有差异,可能是本研究未对 POAG 患者病情的严重程度进行分期:早、中期 POAG 患者进行 SLT 治疗后的疗效维持时间相较于晚期患者更长引起^[12-13]。

Garg 等^[6]报道,SLT 治疗后眼压下降幅度与基线眼压呈正相关关系,为避免基线眼压的干扰,本研究采用了眼压下降比例进行分析,同样发现 SLT 治疗 12 mo 较治疗 6 mo 眼压下降比例有所降低,猜测 SLT 治疗后 6 mo 可能是重要时间节点,此时 SLT 疗效可能出现衰减,可考虑重复进行 SLT 治疗。

相较于以往研究,本文还纳入了对视野和视盘血流的检测,多角度评估 SLT 的有效性。发现治疗 12 mo 内,SLT 对视野无损伤,且 MD 和 MS 值较治疗前有不同程度地改善,但无统计学意义。由于本研究样本量较小,观察时间较短,SLT 是否对视野有改善作用有待进一步探究。

作为一种非侵入性的眼底血流成像技术,光学相干断层扫描血管成像(OCTA)能有效实现对视网膜不同部位和层次的血管实时成像和定量定性分析^[14];相较于视野检测主观因素较强,随着检查时间的延长,视网膜的敏感度将相应降低^[15],OCTA 结果因客观性强的特点已广泛应用于临床。目前光学相干断层扫描中的 GCL、GCC 以及视网膜神经纤维细胞层(RNFL+GCL)这些参数都具有早期 POAG 的诊断价值^[16]。推测 GCC 能有效预测 POAG 的

发展趋势,故本研究把视盘周围 GCC 和 RNFL 厚度及血流密度作为观察指标,比较治疗前后的差异性。黄瑞萍^[17]仅对 SLT 治疗后 1 h,1 d,1 wk,1 mo 进行 OCTA 检查,对治疗后的长期影响没有进一步探究,而本研究将 SLT 治疗后 6 mo 与治疗前进行比较,发现视盘周 RNFL 和 GCC 厚度及 RNFL 的血流密度差异无统计学意义,这与 Gillmann 等^[18]的结果相近。有研究^[19-20]表明炎症可能是小梁切除术后观察到 RNFL 厚度变化的主要原因,而 SLT 的侵入性更小,比手术引起的眼内炎症明显更少,这可能是视盘周视神经厚度及血流密度无明显变化的原因。但赵瑜等^[21]却发现 POAG 患者治疗后 6 mo 视盘周围的血流密度较治疗前有所下降,产生与本文结果不同的原因可能是:(1)赵瑜等^[21]的研究纳入了小梁切除术的病例数,与我们单纯对 SLT 的临床疗效研究不同,可能对结果产生影响;(2)治疗后 6 mo 的视盘周围血流密度变化可能在某种程度上预示了治疗后视功能的改变^[21],提示治疗后 6 mo 可能是 SLT 疗效观察的关键节点,而本次研究由于纳入的病例数较少,部分患者不能规律复查 OCTA,因此 SLT 治疗后对 OCTA 的检查时间点仅为治疗后 12 mo,缺少对治疗后 6 mo 的疗效观察。

综上所述,本研究中 SLT 能有效降低 POAG 患者的眼压,且对视野及视盘周围神经无损害,但 SLT 治疗的有效性随时间延长而下降。由于本文纳入病例数较少,观察时间较短以及缺失对照,本研究存在一定的局限性。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:赵庆一论文选题与修改,初稿撰写;吴宁玲、杨迪、陈张燕、张杰宇文献检索,数据分析;朱彦婷选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 陈妍,卓洪民,张帆,等. 原发性开角型青光眼发病机制的文献计量学研究. 国际眼科杂志, 2024,24(5):704-711.

[2] Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway - Heath D, et al. Selective laser trabeculoplasty versus drops for newly diagnosed ocular hypertension and glaucoma: the LiGHT RCT. Health Technol Assess, 2019,23(31):1-102.

[3] Konstantakopoulou E, Jones L, Nathwani N, et al. Selective laser trabeculoplasty (SLT) performed by optometrists—enablers and barriers to a shift in service delivery. Eye, 2022,36(10):2006-2012.

[4] Chadwick O, Chia SN, Rotchford A. Establishing an allied health professional delivered selective laser trabeculoplasty service in Scotland. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2019,39(3):216–223.

[5] Jones L, Konstantakopoulou E, Gazzard G. Selective laser trabeculoplasty (SLT) performed by optometrists for patients with glaucoma and ocular hypertension: a scoping review. *BMJ Open Ophthalmol*, 2021,6(1):e000611.

[6] Garg A, Vickerstaff V, Nathwani N, et al. Primary selective laser trabeculoplasty for open – angle glaucoma and ocular hypertension: clinical outcomes, predictors of success, and safety from the laser in glaucoma and ocular hypertension trial. *Ophthalmology*, 2019,126(9):1238–1248.

[7] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国选择性激光小梁成形术治疗青光眼的专家共识(2016 年). *中华眼科杂志*, 2016,52(7):486–489.

[8] Greslechner R, Spiegel D. Laser trabeculoplasty in modern glaucoma therapy – a review. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2019, 236 (10): 1192–1200.

[9] 唐莉, 曹国凡, 朱恬叶. 选择性激光小梁成形术与前列腺素类药物治疗原发性开角型青光眼和高眼压症的比较观察. 2022 中国民营眼科医院和视光诊治中心展示推广会论文集. 2023:164.

[10] 周宇, 武明星, 李兰娇. 选择性激光小梁成形术治疗不同分期原发性开角型青光眼的疗效观察. *国际眼科杂志*, 2021,21(12):2113–2117.

[11] 肖玥言, 郗平, 高博, 等. 选择性激光小梁成形术联合激光周边虹膜切开术治疗色素性青光眼的疗效探讨. *中国实用医药*, 2022, 17(24):72–76.

[12] Khawaja AP, Campbell JH, Kirby N, et al. Real-world outcomes of selective laser trabeculoplasty in the United Kingdom. *Ophthalmology*, 2020,127(6):748–757.

[13] Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway – Heath D, et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 2019,393(10180):1505–1516.

[14] 韩林峰. 光学相干断层扫描血管造影 (OCTA) 在视网膜疾病中的应用新进展. *眼科学*, 2023,12(2):77–84.

[15] 勾明宝, 赵全良, 袁芳, 等. 原发性急性闭角型青光眼患者视神经的评估. *国际眼科杂志*, 2023,23(8):1390–1394.

[16] 王欣. 原发性开角型青光眼早期诊断及治疗进展. 河北医科大学, 2018.

[17] 黄瑞萍. OCTA 观察选择性激光小梁成形术治疗 POAG 术后视网膜血流改变. 汕头大学, 2021.

[18] Gillmann K, Rao HL, Mansouri K. Changes in peripapillary and macular vascular density after laser selective trabeculoplasty: an optical coherence tomography angiography study. *Acta Ophthalmol*, 2022, 100(2):203–211.

[19] Aykan U, Salcan I, Yildirim O, et al. Selective laser trabeculoplasty induced changes in the thickness of ciliary body and iris evaluated by ultrasound biomicroscopy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2011,249(6):887–894.

[20] Zhao ZN, Wen W, Jiang CH, et al. Changes in macular vasculature after uncomplicated phacoemulsification surgery: Optical coherence tomography angiography study. *J Cataract Refract Surg*, 2018, 44(4):453–458.

[21] 赵瑜, 白蓉, 郝红艳, 等. OCTA 检测开角型青光眼术后血管密度改变的 meta 分析. *重庆医学*, 2024,53(18):2838–2846.