

选择性激光小梁成形术研究进展

张洪洋 综述 余敏斌 审校

510080 广州,广东省人民医院眼科 广东省医学科学院(张洪洋);510060 广州,中山大学中山眼科中心(余敏斌)

通信作者:余敏斌,Email:yuminbin@126.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.07.017

【摘要】 青光眼是一种常见的、不可逆的致盲眼病,通过药物、激光和手术控制眼压是治疗青光眼的基本方法。选择性激光小梁成形术(SLT)是利用 532 nm 波长激光选择性作用于含有色素的小梁网内皮细胞发挥作用,对邻近的组织细胞没有损伤,其发挥降眼压作用的机制尚不明确。SLT 已经逐渐成为治疗原发性开角型青光眼(POAG)首选的治疗方法之一。临床研究表明,SLT 具有与氩激光小梁成形术或前列腺素类药物相似的降眼压效果。术后 1 年 SLT 治疗开角型青光眼的降眼压幅度平均为 3.8 ~ 8.0 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)。SLT 治疗开角型青光眼的长期效果有待进一步研究。SLT 治疗的范围与治疗效果的关系尚无公认的结果。SLT 作为一种治疗开角型青光眼的方法具有安全有效、可重复、不良反应少等优点,可以作为开角型青光眼的初始治疗、药物替代治疗和药物联合治疗。本文就 SLT 作为 POAG 的初始治疗、重复治疗及影响治疗效果的因素等进行综述。

【关键词】 选择性激光小梁成形术;开角型青光眼;眼压

基金项目: 卫生部临床学科重点项目(卫规财函[2010]439-176);广州市科技和信息化局科技惠民项目(2014Y2-000172)

A review on selective laser trabeculoplasty Zhang Hongyang, Yu Minbin
Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Science, Guangzhou 510080, China
Corresponding author: Yu Minbin, Email: yuminbin@126.com

【Abstract】 Glaucoma is an irreversible blinding disease. The aim of glaucoma therapy is to lower the intraocular pressure (IOP), and then slow down glaucoma progression. Currently, this goal can be achieved by medication, laser treatment and surgery. Selective laser trabeculoplasty (SLT) involves using a 532 nm wave length Nd:YAG laser selectively target cells of the trabecular meshwork without causing thermal or collateral damage to the surroundings structures. The exact mechanism by which SLT lowers IOP remains unknown. It has become gradually one of the most preferred methods for the treatment of open angle glaucoma. SLT seems to have a similar IOP lowering effect with argon trabeculoplasty or monotherapy of topical prostaglandin medication. Mean IOP reduction after SLT was 3.8–8.0 mmHg in 6 months to 1 year. The long-term effect of SLT in the treatment of open angle glaucoma remains to be further studied. The relationship between the range of SLT treatment and its therapeutic effect has not been recognized. SLT is efficacious and safe, also has repeatable and less adverse effects. It can be used as an efficacious primary, adjunctive and replacement therapy for treating open angle glaucoma. In this paper, we reviewed the effects of SLT as an initial and repeat treatment, also the factors that could affect therapeutic effects.

【Key words】 Selective laser trabeculoplasty; Open angle glaucoma; Intraocular pressure

Fund program: Key Clinical Program of the Ministry of Health ([2010] 439–176); Science and Technology Program of Guangzhou Municipal Science and Technology and Information Bureau (2014Y2-000172)

青光眼是一种严重影响患者视力的、不可逆的致盲眼病,在众多青光眼的危险因素中,控制眼压是目前公认的控制青光眼进展的方法。通过药物、激光和手术控制眼压是治疗青光眼的基本方法。目前青光眼的激光治疗方法包括激光虹膜周边

切除术、激光周边虹膜成形术、睫状体激光光凝术、氩激光小梁成形术(argon laser trabeculoplasty, ALT)和选择性激光小梁成形术(selective laser trabeculoplasty, SLT)等。近 20 余年来,ALT 已经被公认为是治疗原发性开角型青光眼(primary open angle

glaucoma, POAG)安全而有效的方法,但 ALT 对小梁网造成凝固性破坏和热损伤,使其临床应用受到了一定的限制。倍频 Q 开关 532 nm Nd:YAG 激光对小梁组织具有选择性、无凝固性破坏,无热损伤,为 POAG 的治疗提供了新途径。

1 SLT 的工作原理

Anderson 等^[1]发现特定的光辐射可以选择性地作用于色素结构,产生破坏作用。理论上,这种作用可以精确地作用于靶组织。1995 年 Latina 等^[2]利用这一概念,首先对激光选择性地作用于含有色素的小梁网进行了研究,结果显示含特定波长的激光可以选择性地击中含有色素的小梁细胞。SLT 是利用 Q 开关倍频 532 nm Nd:YAG 激光、脉冲时间 3 ns、直径 400 μm 的激光对小梁网进行治疗,利用色素小梁细胞可以吸收能量,而非色素小梁细胞及周围组织不受激光能量的影响这一特性达到治疗目的。高度的选择性和极短的脉冲时间可以减少激光对周围非色素小梁组织的损伤。组织学的研究也显示,SLT 治疗后组织没有凝固性热损伤,可以看到小梁细胞内色素颗粒的崩解及色素小梁细胞的破坏,而不含色素的细胞和组织没有变化^[3]。因此,SLT 的治疗是安全的。

2 SLT 降低眼压的机制

目前,关于 SLT 降低眼压的机制尚不十分明确,可能的机制主要有 3 种^[4]:(1)机械学说 激光接触小梁网细胞后,光能转化为热能,导致纤维收缩和组织牵拉。组织牵拉和瘢痕使周边小梁网网孔及 Schlemm 管管径扩大,减少房水引流的阻力,从而降低眼压。(2)生物学说 激光能量转化的热能激活细胞,小梁网内巨噬细胞聚集,数量增加,细胞外基质重建,引起眼压降低。SLT 和 ALT 后,一些化学活性和血管活性的因子释放增加,主要的细胞因子包括白细胞介素-1 α (interleukin-1 α , IL-1 α)、IL-1b 和肿瘤坏死因子- α 。这些细胞因子刺激明胶酶,引起巨噬细胞聚集,促进部分蛋白质表达。ALT 主要是通过基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinases, MMPs) 途径重建细胞外基质,增加房水引流。与 ALT 相比,SLT 不引起小梁网明显的机械损伤。SLT 主要的组织病理学改变是小梁网细胞的细胞质内色素颗粒的崩解及其细胞的分解。这些改变都说明,SLT 降低眼压不是通过机械作用而是通过生物效应来发挥作用的。氧自由基增加、小梁网局部巨噬细胞的数量增加及吞噬功能的增强都可能参与了 SLT 降低眼压的机制。(3)重组学说 激光刺激引起小梁网细胞分化,受刺激部位小梁网细胞的分化程度是非激光部位的 4 倍。

3 SLT 的临床疗效

3.1 SLT 与 ALT 的比较

诸多研究结果证实,ALT 治疗开角型青光眼是有效的。因此,SLT 应用于临床治疗青光眼的效果主要与 ALT 进行比较。Damji 等^[5]前瞻性对照研究的结果显示,SLT 与 ALT 治疗开角型青光眼的效果相似。POAG 患者接受 SLT 或 ALT 治疗后 12 个月,眼压分别下降 5.86 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 和

6.04 mmHg^[6]。Bovell 等^[7]对 176 例接受 SLT 或 ALT 治疗的 POAG 患者进行随机对照研究,结果显示术后 12 个月降眼压效果相似,SLT 组与 ALT 组的失败率分别为 32% 和 36%。Popiela 等^[8]在 27 例患者的双眼分别进行 SLT 和 ALT,术后 3 个月 SLT 和 ALT 治疗眼压分别降低 2.8 mmHg 和 2.6 mmHg,2 个组间差异无统计学意义。SLT 与 ALT 治疗开角型青光眼的降眼压效果相似^[7,9],但在激光术后前房炎症及患者的眼红、眼痛等方面,ALT 较 SLT 明显^[10]。Ayala 等^[11]应用前房激光蛋白细胞检测仪检测 SLT 对 90°前房角小梁网治疗后,没有引起明显的前房炎症。

3.2 SLT 与药物治疗比较

目前,SLT 治疗临床效果的研究主要是与治疗 POAG 的一线药物——前列腺素类衍生物滴眼液进行比较。Nagar 等^[12]对 167 例 167 眼 POAG 患者进行前瞻性研究,患者分别接受 90°、180°或 360°前房角小梁网 SLT 或拉坦前列素滴眼液治疗,平均随访 10.3 个月,药物治疗比 90°或者 180°前房角小梁网 SLT 成功率更高,但与 360°前房角小梁网 SLT 与药物治疗的成功率无明显差异。Nagar 等^[13]的一项前瞻随机研究中也显示,SLT 与拉坦前列素滴眼液的降眼压效果相似,但后者在控制眼压波动方面优于前者,SLT 和拉坦前列素滴眼液分别能够降低 50% 和 80% 患者的眼压。研究表明,SLT 在控制眼压波动方面更有优势^[14]。Lai 等^[15]对新诊断 POAG 患者进行的一项前瞻性研究中发现,360°前房角小梁网 SLT 治疗与药物效果相似,术后 5 年眼压分别下降 8.6 mmHg 和 8.7 mmHg,眼压降低率分别为 32.1% 和 33.2%。Katz 等^[16]研究发现,术后 12 个月,SLT 和拉坦前列素滴眼液组降眼压效果相近,SLT 治疗患者眼压比基础眼压降低 8.3 mmHg,下降了 31.0%,药物治疗组眼压降低 7.7 mmHg,下降了 30.6%,2 个组比较差异无统计学意义,SLT 和药物治疗分别有 83% 和 84% 的患者眼压下降大于 20%。一项随访 1 年的前瞻性随机对照研究中,SLT 治疗患者眼压由基线 25 mmHg 平均下降 6.3 mmHg;药物治疗患者眼压 24.5 mmHg 平均下降 7.0 mmHg,眼压分别降低 26.4% 和 27.8%,2 个组治疗效果无明显差异^[16]。

3.3 SLT 的治疗范围与临床效果

SLT 治疗的范围与治疗效果的关系没有统一的标准。小样本的研究结果显示,90°与 180°前房角小梁网 SLT 的治疗效果相似^[17]。Nagar 等^[12]研究结果显示,与大于 180°前房角小梁网 SLT 或药物治疗比较,90°前房角小梁网 SLT 治疗降眼压效果较差。进行 180°前房角小梁网 SLT 治疗时,失败率为 68%~74%,也有研究显示 180°前房角小梁网 SLT 治疗 1 年和 4 年的成功率分别为 60% 和 44%^[18-19]。与 180°前房角小梁网 SLT 相比,360°前房角小梁网 SLT 降眼压的效果更好^[20-21]。Pehkonen 等^[22]研究 42 例 66 眼 POAG 或者假性剥脱性青光眼的患者接受 270°前房角小梁网 SLT 治疗,平均随访 19 个月,治疗成功率与 180°前房角小梁网 SLT 治疗相似。Prasad 等^[23]研究显示,180°与 360°前房角小梁网 SLT 降眼压效果相似,但 360°比 180°前房角小梁网 SLT 能够更好地控制随访期间的眼压波动。

George 等^[24]比较了 180°房角部分重叠激光斑 SLT 和 360°

非重叠激光斑 SLT 和 ALT 后发现,部分重叠激光斑 SLT 的治疗效果比非重叠斑的 SLT 和 ALT 差。这可能是由于部分重叠激光斑 SLT 治疗增加了激光的密度以及平均的激光能量,导致组织细胞受损,从而影响降眼压效果。

3.4 ALT 或 SLT 术后重复进行 SLT 治疗的效果

由于 ALT 的术后并发症较多,其重复治疗已经很少应用于临床。而 SLT 对于非色素的小梁细胞及其邻近组织无损伤,已经在临床上证实了重复治疗的安全性、可行性和有效性。Hong 等^[25]研究发现,首次 360°前房角小梁网 SLT 治疗失败后,重复 360°前房角小梁网 SLT 治疗仍安全、有效。Birt 等^[26]对 ALT 术后眼压控制不良者行 SLT 治疗,随访 1 年降眼压效果与首次 SLT 相似。

3.5 SLT 治疗的长期效果

Ayala^[27]回顾性研究了 120 例 120 眼 POAG 或者高眼压症的患者接受 90°前房角小梁网 SLT 治疗,术后 1、2、3 和 4 年的成功率分别为 62%、34%、28% 和 24%。Weinand 等^[19]报道 52 例 POAG 接受 180°前房角小梁网 SLT 治疗术后 1、2、3 和 4 年的成功率分别为 60%、53%、44% 和 44%,眼压较治疗前分别下降 24.3% (6.0 mmHg)、27.8% (6.12 mmHg)、24.5% (5.53 mmHg) 和 29.3% (6.33 mmHg)。Juzych 等^[9]在一项对比 ALT 与 SLT 临床效果的回顾性研究中显示,180°前房角小梁网 SLT 术后 4 年的成功率约为 32%。152 例 176 眼应用最大耐受量抗青光眼药物患者接受 SLT 或 ALT 治疗后 2 年,失败率约为 50%^[7]。Gracner 等^[28]对 122 眼 POAG 接受 180°前房角小梁网 SLT 治疗患者随访 7 年(平均 43.4 个月),结果显示成功率约为 48%。Lai 等^[15]对中国人新诊断 POAG 或者高眼压症患者进行的一项前瞻性研究中发现,SLT 治疗后 5 年眼压下降 8.6 mmHg,降低率为 32.1%。

3.6 SLT 的初始疗效

诸多研究表明,应用 SLT 治疗作为 POAG 的初始治疗方法是安全有效的。Melamed 等^[29]在 31 例 42 眼 POAG 患者接受 SLT 作为初始治疗的研究中发现,进行 180°前房角小梁网 SLT 治疗,术后 18 个月 POAG 患者的眼压为 18.5 mmHg,比基线眼压 25.2 mmHg 下降 27%。89% 的患者眼压下降 ≥ 5 mmHg,仅 3 眼需要辅助抗青光眼药物治疗。McIlraith 等^[14]在一项前瞻性多中心非随机临床对照研究中,将 61 例 100 眼 POAG 或高眼压症患者按照自愿的原则分成 SLT 组(74 眼)和拉坦前列素滴眼液治疗组(26 眼),随访 1 年,眼压分别下降 31.0% (8.3 mmHg) 和 30.6% (7.7 mmHg),眼压下降 20% 的患者分别为 83% 和 84%。Nagar 等^[12]在将未经治疗或者药物洗脱 5 周后的 167 例 167 眼 POAG 或者高眼压症患者进行的前瞻性随机对照研究中,39 眼、35 眼、49 眼和 44 眼分别行 90°、180°、360°前房角小梁网 SLT 和应用体积分数 0.005% 拉坦前列素滴眼液治疗,治疗前眼压平均为 29.2 mmHg,平均随访 10.3 个月,360° SLT 治疗组 82% 的患者眼压下降 20%,59% 的患者眼压下降 30%。2 个研究均显示,SLT 对于新诊断的 POAG 或高眼压症患者具有与拉坦前列素滴眼液相似的降眼压效果。最近一项前瞻性多中心随机对照应用 SLT 作为初始治疗(未经

治疗或者药物洗脱后 4 周)研究中^[16],67 眼 38 例接受 360°前房角小梁网 SLT 治疗,60 眼 31 例接受药物治疗,随访 1 年,SLT 治疗患者眼压由基线 25 mmHg 平均下降 6.3 mmHg;药物治疗患者眼压由 24.5 mmHg 平均下降 7.0 mmHg,眼压分别降低 26.4% 和 27.8%,术后 9~12 个月在 SLT 和药物治疗组中分别有 11% 和 24% 的患者需要重复 SLT 治疗或者加用前列腺素衍生物以外的其他抗青光眼药物治疗。Lai 等^[15]在一项针对中国 POAG 患者接受 360°前房角小梁网 SLT 作为初始治疗的研究中结果显示,术后 5 年眼压平均下降 32.1% (6.7 mmHg),与单纯药物治疗相比可以明显减少抗青光眼药物的应用。

3.7 抗青光眼药物对 SLT 治疗效果的影响

目前研究较多的是前列腺素衍生物对 SLT 治疗效果的影响,但目前尚无统一的结论。有研究认为,前列腺素衍生物与 SLT 降眼压的作用机制相似,因此推断其可能影响 SLT 的治疗效果^[30];研究显示 SLT 的治疗效果不受前列腺素衍生物的影响^[31-33];还有研究显示,接受前列腺素类衍生物治疗的患者在 SLT 后可以获得更好的降眼压效果^[34-35]。

3.8 SLT 治疗其他类型青光眼

目前,SLT 主要应用于开角型青光眼。但也有研究将 SLT 应用于闭角型青光眼的治疗。Ho 等^[36]报道对于闭角型青光眼行虹膜周边切除术眼压仍然高于 21 mmHg,90°以上前房角色素小梁可见的患者使用 SLT 治疗后随访 6 个月,基础眼压下降 3 mmHg 或 4 mmHg 的患者分别占 82% 和 72%。Seymenoğlu 等^[37]比较了有晶状体眼和人工晶状体眼 POAG 患者接受 SLT 治疗的效果,二者的眼压下降幅度和成功率相近。也有研究发现,应用 SLT 治疗玻璃体腔注射曲安奈德引起的高眼压症的疗效也令人满意^[38-39]。

3.9 SLT 成功的预测因素

SLT 具体的降眼压机制还不完全清楚,术前基础眼压的高低可能是影响激光手术成功的因素。新近的研究发现,治疗前的眼压是预测成功率的关键因素,治疗前眼压越高,激光治疗的效果越好。性别、年龄、糖尿病、药物洗脱期、开角型青光眼的类型、房角色素分级、人工晶状体眼和角膜厚度等都与治疗效果无关^[40-41]。Gracner 等^[42]发现 SLT 的成功率与小梁网色素程度、糖尿病病史呈负相关;与术前眼压、高血压病史等无明显相关。Ayala 等^[43]对 120 例接受 90°前房角 SLT 治疗的患者进行回顾性分析发现,SLT 失败的平均时间是 18 个月,SLT 治疗前的眼压、年龄、治疗能量都与 SLT 成功治疗持续的时间相关。

参考文献

- [1] Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation[J]. Science, 1983, 220(4596): 524-527.
- [2] Latina MA, Park C. Selective targeting of trabecular meshwork cells: *in vitro* studies of pulsed and CW laser interactions[J]. Exp Eye Res, 1995, 60(4): 359-371.
- [3] Kramer TR, Noecker RJ. Comparison of the morphologic changes after selective laser trabeculoplasty and argon laser trabeculoplasty in human eye bank eyes[J]. Ophthalmology, 2001, 108(4): 773-779.
- [4] Stein JD, Challa P. Mechanisms of action and efficacy of argon laser trabeculoplasty and selective laser trabeculoplasty[J]. Curr Opin Ophthalmol, 2007, 18(2): 140-145. DOI:10.1097/ICU.0b013e328086aebf.

- [5] Damji KF, Bovell AM, Hodge WG, et al. Selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty: results from a 1-year randomised clinical trial [J]. *Br J Ophthalmol*, 2006, 90 (12): 1490-1494. DOI: 10.1136/bjo.2006.098855.
- [6] Best UP, Domack H, Schmidt V. Pressure reduction after selective laser trabeculoplasty with two different laser systems and after argon laser trabeculoplasty—a controlled prospective clinical trial on 284 eyes [J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2007, 224 (3): 173-179. DOI: 10.1055/s-2007-963014.
- [7] Bovell AM, Damji KF, Hodge WG, et al. Long term effects on the lowering of intraocular pressure; selective laser or argon laser trabeculoplasty? [J]. *Can J Ophthalmol*, 2011, 46 (5): 408-413. DOI: 10.1016/j.cjco.2011.07.016.
- [8] Popiela G, Muzyka M, Szelepin L, et al. Use of YAG-Selecta laser and argon laser in the treatment of open angle glaucoma [J]. *Klin Oczna*, 2000, 102 (2): 129-133.
- [9] Juzych MS, Chopra V, Banitt MR, et al. Comparison of long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty versus argon laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma [J]. *Ophthalmology*, 2004, 111 (10): 1853-1859. DOI: 10.1016/j.ophtha.2004.04.030.
- [10] Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Castillo A, et al. Selective vs argon laser trabeculoplasty: hypotensive efficacy, anterior chamber inflammation, and postoperative pain [J]. *Eye (Lond)*, 2004, 18 (5): 498-502. DOI: 10.1038/sj.eye.6700695.
- [11] Ayala M, Landau HI, Chen E. Inflammation assessment after selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2011, 89 (4): e306-309 [2015-12-19]. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1755-3768.2010.02029.x>. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2010.02029.x.
- [12] Nagar M, Ogunyomade A, O'Brart DP, et al. A randomised, prospective study comparing selective laser trabeculoplasty with latanoprost for the control of intraocular pressure in ocular hypertension and open angle glaucoma [J]. *Br J Ophthalmol*, 2005, 89 (11): 1413-1417. DOI: 10.1136/bjo.2004.052795.
- [13] Nagar M, Luhishi E, Shah N. Intraocular pressure control and fluctuation; the effect of treatment with selective laser trabeculoplasty [J]. *Br J Ophthalmol*, 2009, 93 (4): 497-501.
- [14] McIlraith I, Strasfeld M, Colev G, et al. Selective laser trabeculoplasty as initial and adjunctive treatment for open-angle glaucoma [J]. *J Glaucoma*, 2006, 15 (2): 124-130.
- [15] Lai JS, Chua JK, Tham CC, et al. Five-year follow up of selective laser trabeculoplasty in Chinese eyes [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2004, 32 (4): 368-372. DOI: 10.1111/j.1442-9071.2004.00839.x.
- [16] Katz LJ, Steinmann WC, Kabir A, et al. Selective laser trabeculoplasty versus medical therapy as initial treatment of glaucoma: a prospective, randomized trial [J]. *J Glaucoma*, 2012, 21 (7): 460-468. DOI: 10.1097/IJG.0b013e318218287f.
- [17] Chen E, Golchin S, Blomdahl S. A comparison between 90 degrees and 180 degrees selective laser trabeculoplasty [J]. *J Glaucoma*, 2004, 13 (1): 62-65.
- [18] Song J, Lee PP, Epstein DL, et al. High failure rate associated with 180 degrees selective laser trabeculoplasty [J]. *J Glaucoma*, 2005, 14 (5): 400-408.
- [19] Weinand FS, Althen F. Long-term clinical results of selective laser trabeculoplasty in the treatment of primary open angle glaucoma [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2006, 16 (1): 100-104.
- [20] Prasad N, Murthy S, Dagianis JJ, et al. A comparison of the intervisit intraocular pressure fluctuation after 180 and 360 degrees of selective laser trabeculoplasty (SLT) as a primary therapy in primary open angle glaucoma and ocular hypertension [J]. *J Glaucoma*, 2009, 18 (2): 157-160. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181752c97.
- [21] Shibata M, Sugiyama T, Ishida O, et al. Clinical results of selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma in Japanese eyes; comparison of 180 degree with 360 degree SLT [J]. *J Glaucoma*, 2012, 21 (1): 17-21. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181fc8020.
- [22] Pehkonen PT, Välimäki JO. The outcome of 270-degree selective laser trabeculoplasty [J/OL]. *J Ophthalmol*, 2012, 2012: 313616 [2015-12-04]. <http://www.hindawi.com/journals/joph/2012/313616/>. DOI: 10.1155/2012/313616.
- [23] Prasad N, Murthy S, Dagianis JJ, et al. A comparison of the intervisit intraocular pressure fluctuation after 180 and 360 degrees of selective laser trabeculoplasty (SLT) as a primary therapy in primary open angle glaucoma and ocular hypertension [J]. *J Glaucoma*, 2009, 18 (2): 157-160. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181752c97.
- [24] George MK, Emerson JW, Cheema SA, et al. Evaluation of a modified protocol for selective laser trabeculoplasty [J]. *J Glaucoma*, 2008, 17 (3): 197-202. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181567890.
- [25] Hong BK, Winer JC, Martone JF, et al. Repeat selective laser trabeculoplasty [J]. *Glaucoma*, 2009, 18 (3): 180-183. DOI: 10.1097/IJG.0b013e31817eee0b.
- [26] Birt CM. Selective laser trabeculoplasty retreatment after prior argon laser trabeculoplasty: 1-year results [J]. *Can J Ophthalmol*, 2007, 42 (5): 715-719. DOI: 10.3129/i07-131.
- [27] Ayala M. Long-term outcomes of selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment in pigmentary glaucoma patients [J]. *J Glaucoma*, 2014, 23 (9): 616-619. DOI: 10.1097/IJG.0b013e318287abb7.
- [28] Gracner T, Naji M, Hudovernik M, et al. Predictive factors of successful selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma [J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2007, 224 (12): 922-926. DOI: 10.1055/s-2007-963744.
- [29] Melamed S, Ben SGJ, Levkovich-Verbin H. Selective laser trabeculoplasty as primary treatment for open-angle glaucoma: a prospective, nonrandomized pilot study [J]. *Arch Ophthalmol*, 2003, 121 (7): 957-960. DOI: 10.1001/archophth.121.7.957.
- [30] Alvarado JA, Iguchi R, Juster R, et al. From the bedside to the bench and back again: predicting and improving the outcomes of SLT glaucoma therapy [J]. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 2009, 107: 167-181.
- [31] Singh D, Coote MA, O'Hare F, et al. Topical prostaglandin analogues do not affect selective laser trabeculoplasty outcomes [J]. *Eye (Lond)*, 2009, 23 (12): 2194-2199. DOI: 10.1038/eye.2009.1.
- [32] Ayala M, Chen E. The influence of topical prostaglandin analogues in inflammation after selective laser trabeculoplasty treatment [J]. *J Ocul Pharmacol Ther*, 2012, 28 (2): 118-122. DOI: 10.1089/jop.2011.0084.
- [33] Martow E, Hutnik CM, Mao A. SLT and adjunctive medical therapy: a prediction rule analysis [J]. *J Glaucoma*, 2011, 20 (4): 266-270. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181e3d2c1.
- [34] Scherer WJ. Effect of topical prostaglandin analog use on outcome following selective laser trabeculoplasty [J]. *J Ocul Pharmacol Ther*, 2007, 23 (5): 503-512. DOI: 10.1089/jop.2007.0027.
- [35] Hirn C, Zweifel SA, Töteberg-Harms M, et al. Effectiveness of selective laser trabeculoplasty in patients with insufficient control of intraocular pressure despite maximum tolerated medical therapy [J]. *Ophthalmology*, 2012, 109 (7): 683-690. DOI: 10.1007/s00347-012-2593-0.
- [36] Ho CL, Lai JS, Aquino MV, et al. Selective laser trabeculoplasty for primary angle closure with persistently elevated intraocular pressure after iridotomy [J]. *J Glaucoma*, 2009, 18 (7): 563-566. DOI: 10.1097/IJG.0b013e318193c2d1.
- [37] Seymenoglu, Baser EF. Efficacy of selective laser trabeculoplasty in phakic and pseudophakic eyes [J]. *J Glaucoma*, 2015, 24 (2): 105-110. DOI: 10.1097/IJG.0b013e31829d9b77.
- [38] Aktas Z, Deniz G, Hasanreisoglu M. Prophylactic selective laser trabeculoplasty in the prevention of intraocular pressure elevation after intravitreal triamcinolone acetonide injection [J]. *Am J Ophthalmol*, 2012, 153 (5): 1008-1009. DOI: 10.1016/j.ajo.2012.02.006.
- [39] Rubin B, Taglienti A, Rothman RF, et al. The effect of selective laser trabeculoplasty on intraocular pressure in patients with intravitreal steroid-induced elevated intraocular pressure [J]. *J Glaucoma*, 2008, 17 (4): 287-292. DOI: 10.1097/IJG.0b013e318031676c.
- [40] Mao AJ, Pan XJ, McIlraith I, et al. Development of a prediction rule to estimate the probability of acceptable intraocular pressure reduction after selective laser trabeculoplasty in open-angle glaucoma and ocular hypertension [J]. *J Glaucoma*, 2008, 17 (6): 449-454. DOI: 10.1097/IJG.0b013e31815f52cb.
- [41] Hodge WG, Damji KF, Rock W, et al. Baseline IOP predicts selective laser trabeculoplasty success at 1 year post-treatment; results from a randomised clinical trial [J]. *Br J Ophthalmol*, 2005, 89 (9): 1157-1160. DOI: 10.1136/bjo.2004.062414.
- [42] Gracner T, Falez M, Gracner B, et al. Long-term follow-up of selective laser trabeculoplasty in primary open-angle glaucoma [J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2006, 223 (9): 743-747. DOI: 10.1055/s-2006-926725.
- [43] Ayala M, Chen E. Predictive factors of success in selective laser trabeculoplasty (SLT) treatment [J]. *Clin Ophthalmol*, 2011, 5: 573-576. DOI: 10.2147/OPTh.S19873.

(收稿日期: 2016-02-05)

(本文编辑: 尹卫靖 杜娟)