

开角型青光眼患者微脉冲激光小梁成形术治疗后视野缺损进展的危险因素

谢佩玲, 李肖春, 何娜, 包菁
(浙江大学医学院附属金华医院眼科, 浙江 金华 321000)

【摘要】目的: 分析开角型青光眼患者微脉冲激光小梁成形术(MLT)治疗后视野缺损进展的危险因素。**方法:** 选取 90 例行 MLT 治疗的原发性开角型青光眼(POAG)患者(180 眼)为研究对象。按照术后 1 年视野缺损进展情况,将患者分为进展组与未进展组,收集并比较两组临床资料,采用 Logistic 回归分析法分析 MLT 治疗后视野缺损进展危险因素。**结果:** 两组性别、年龄、居住地、体质量指数(BMI)、受教育程度、饮酒史、高血压、吸烟史、青光眼家族史、青光眼手术史、术前最高眼压、术前药物应用种数、白内障手术情况、LogMAR 视力、中央角膜厚度(CCT)及眼轴长度均无统计学差异($P>0.05$);进展组糖尿病、术前视野分期 0~3 期、上方与下方视网膜神经纤维层(RNFL)重度损害占比均高于未进展组($P<0.05$);糖尿病、术前视野分期 0~3 期、上方与下方 RNFL 重度损害均属于 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展危险因素($P<0.05$)。**结论:** POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展主要危险因素为糖尿病、术前视野分期 0~3 期及上方与下方 RNFL 重度损害等,临床应予以密切关注。

【关键词】 开角型青光眼;微脉冲激光小梁成形术;视野;危险因素

【中图分类号】 R775 **【文献标志码】** A

Risk factors for progression of visual field defects after micropulse laser trabeculoplasty in patients with open-angle glaucoma

XIE Pei-ling, LI Xiao-chun, HE Na, BAO Jing
(Department of Ophthalmology, Affiliated Jinhua Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Jinhua 321000, Zhejiang, China)

【Abstract】 Objective: To analyze the risk factors for progression of visual field defects after micropulse laser trabeculoplasty (MLT) in patients with open-angle glaucoma. **Methods:** 90 patients (180 eyes) with primary open-angle glaucoma (POAG) who underwent MLT were selected. Based on progression of visual field defects at one year post-surgery, they were assigned to the progression group and the non-progression group. Clinical data of the two groups were collected and compared. Logistic regression was used to analyze the risk factors for progression of visual field defects after MLT. **Results:** The differences in gender, age, place of residence, body mass index (BMI), education level, drinking history, hypertension, smoking history, family history of glaucoma, history of glaucoma surgery, preoperative highest intraocular pressure, types of preoperative medications, status of cataract surgery, LogMAR visual acuity, central corneal thickness (CCT), and axial length between the two groups were not statistically significant ($P>0.05$). The proportions of patients with diabetes, preoperative visual field stage 0~3, and severe damage in both superior and inferior retinal nerve fiber layers (RNFL) were higher in the progression group than in the non-progression group ($P<0.05$). Diabetes, preoperative visual field stage 0~3, and severe damage in both superior and inferior RNFL were risk factors for progression of visual field defects after MLT in patients with POAG ($P<0.05$). **Conclusion:** Diabetes, preoperative visual field stage 0~3, and severe damage in both superior and inferior RNFL are main risk factors for progression of visual field defects after MLT in patients with POAG, which deserves close attention in clinical practice.

【Key words】 Open-angle glaucoma; Micropulse laser trabeculoplasty; Visual field; Risk factors

青光眼属于致盲性疾病,我国青光眼患者现已达 2 100 万,其中致盲人数已经高达 567 万,严重增加了社会医疗负担与经济负担^[1]。开角型青光眼属于全球范围内造成视力丢失主要疾病,在青光眼患

者中占比很大,特别是在成人人群中更常见,可对患者生活质量产生严重影响^[2-3]。现阶段,临床主要采取药物、激光技术及手术治疗青光眼。其中,药物治疗属于青光眼一线治疗手段,能够有效减小眼压,阻止视神经损伤加重,然而患者需长期用药,一些患者依从性不佳,且疗效不理想。常规滤过性手术尽管降压效果良好,但具有较大创伤性,患者并发症风险大,术后管理较为复杂。随着微创技术的发展,微创青光眼手术(MIGS)增加了青光眼治疗途径,其中微脉冲激光小梁成形术(MLT)属于新兴激光微创手术,其通过发射出一系列超短及具有间歇性微脉冲能量,有效减少了治疗期间热损伤风险,增加了手术安全性及患者耐受性^[4-5]。现阶段,MLT 主要用来治疗原发性青光眼,特别是原发性开角型青光眼(POAG)^[6]。但临床观察发现,仍有部分患者术后存在视野缺损进展风险。了解术后视野缺损进展相关因素,对临床更好预防干预,降低视野缺损进展风险具有重要指导意义。以往国内外关于 POAG 患者 MLT 后视野缺损进展相关影响因素的报道较少。基于此,本研究拟探讨 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2025 年 1 月浙江大学医学院附属金华医院收治的 90 例行 MLT 治疗的 POAG 患者(180 眼)为研究对象。纳入标准:(1)符合 POAG 有关诊断标准^[7];(2)≥18 岁;(3)房角开放;(4)认知、意识及精神正常;(5)生命体征稳定;(6)药物不耐受或者药物无法控制病情、既往手术无法控制病情;(7)成功实施 MLT;(8)各项资料完整无缺项。排除标准:(1)由于屈光间质浑浊干扰视野检查患者;(2)随访过程中接受眼内手术;(3)合并严重系统性疾病或者脏器疾病;(4)孕妇、哺乳期及癌症晚期患者;(5)既往存在眼内手术治疗史(除抗青光眼手术及白内障手术)。所有患者均签署知情同意书,研究获得医院伦理委员会审批。

1.2 方法

通过自制调查表收集并整理患者临床资料,主要为性别、年龄、居住地、体质量指数(BMI)、受教育程度、饮酒史、基础疾病(糖尿病与高血压)、吸烟史、青光眼家族史、青光眼手术史、术前视野分期、术前最高眼压、术前药物应用种数、白内障手术情况、LogMAR 视力、视网膜神经纤维层(RNFL)重度损害部位、中央角膜厚度(CCT)及眼轴长度等。

通过光学相干断层扫描仪(OCT)(型号:CIR-

RUS HD-OCT 5000,厂家:卡尔蔡司)检查视盘周围分布的总 RNFL 厚度与其上下方 RNFL 具体厚度值,RNFL 厚度值在正常界限以下($P<0.01$)判断为 RNFL 重度损害,按照上下方所测 RNFL 厚度值,判断 RNFL 重度损害部位。通过眼科光学生物测量仪(型号:IOL Master 700,厂家:卡尔蔡司)进行 CCT 及眼轴长度测量。

所有患者均术后随访 1 年(每 3 个月 1 次),通过视野分析仪(型号:Humphrey Field Analyzer 3 830,厂家:卡尔蔡司)随访程序里面趋势分析予以随访,通过六次随访测量平均缺损(MD)值分析趋势性变化情况,视野可能进展;视野缺损进展 P 不足 5%;高度怀疑出现视野缺损进展;视野缺损进展 P 不足 1%,将这两种判定为视野缺损进展,并将 MD 值未见波动、未见变化判定为未进展。分别纳入进展组与未进展组。

1.3 统计学分析

将数据转入 SPSS 27.0 进行统计学分析。计数资料描述为 $[n(\%)]$,组间比较采用独立样本 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法检验;计量资料描述为 $(\bar{x} \pm s)$,组间比较采用独立样本 t 检验;通过 Logistic 回归模型进行视野缺损进展多因素分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术后视野缺损进展情况

随访发现,90 例 180 眼术后共 17 例 31 眼(17.22%)术后视野缺损进展。

2.2 两组临床资料对比

两组患者性别、年龄、居住地、BMI、受教育程度、饮酒史、高血压、吸烟史、青光眼家族史、青光眼手术史、术前最高眼压、术前药物应用种数、白内障手术情况、LogMAR 视力、CCT 及眼轴长度均无统计学差异($P>0.05$);进展组糖尿病、术前视野分期 0~3 期、上方与下方 RNFL 重度损害占比均比未进展组更高($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组临床资料对比 $[n(\%), \bar{x} \pm s]$

资料	进展组($n=17,31$ 眼)	未进展组($n=73,149$ 眼)	χ^2/t 值	P 值
性别 ^①			0.046	0.830
男	10(58.82)	45(61.64)		
女	7(41.18)	28(38.36)		
年龄(岁) ^①	51.67±12.13	49.92±11.05	0.577	0.565
居住地 ^①			0.224	0.636
城镇	9(52.94)	34(46.58)		
乡村	8(47.06)	39(53.42)		
BMI(kg/m ²) ^①	23.86±2.40	23.59±2.38	0.421	0.675
受教育程度 ^①			0.118	0.943
初中及以下	5(29.41)	19(26.03)		
高中	9(52.94)	39(53.42)		
大学及以上	3(17.65)	15(20.55)		

续表 1

资料	进展组(<i>n</i> =17,31 眼)	未进展组(<i>n</i> =73,149 眼)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
饮酒史 ^①			0.280	0.597
有	6(35.29)	21(28.77)		
无	11(64.71)	52(71.23)		
糖尿病 ^①			—	0.030
有	5(29.41)	6(8.22)		
无	12(70.59)	67(91.78)		
高血压 ^①			0.032	0.857
有	4(23.53)	16(21.92)		
无	13(76.47)	57(78.08)		
吸烟史 ^①			0.088	0.766
有	4(23.53)	17(23.29)		
无	13(76.47)	56(76.71)		
青光眼家族史 ^①			0.219	0.640
有	5(29.41)	15(20.55)		
无	12(70.59)	58(79.45)		
青光眼手术史 ^②			0.195	0.659
有	6(19.35)	24(16.11)		
无	25(80.65)	125(83.89)		
术前视野分期 ^②			16.044	<0.001
0~3 期	13(41.94)	18(12.08)		
4~5 期	18(58.06)	131(87.92)		
术前最高眼压(mmHg) ^②	29.28±6.02	31.04±6.45	1.398	0.164
术前药物应用种数 ^②			0.563	0.755
1	6(19.35)	21(14.09)		
2	8(25.81)	42(28.19)		
≥3	17(54.84)	86(57.72)		
白内障手术情况 ^②			0.001	0.977
有	7(22.58)	34(22.82)		
无	24(77.42)	115(77.18)		
LogMAR 视力 ^②	0.17±0.15	0.18±0.14	0.357	0.721
RNFL 重度损害部位 ^②			24.589	<0.001
上方与下方均无	0(0.00)	35(23.49)		
仅下方	2(6.45)	26(17.45)		
仅上方	2(6.45)	30(20.13)		
上方与下方均有	27(87.10)	58(38.93)		
CCT(μm) ^②	530.98±16.14	535.14±21.67	1.011	0.313
眼轴长度(mm) ^②	23.65±2.08	23.98±2.01	0.827	0.410

“—”为 Fisher 精确概率法;“①”以例为单位;“②”以眼为单位。

2.3 MLT 治疗后视野缺损进展有关因素分析

变量和赋值见表 2。经 Logistic 回归分析可知,糖尿病、术前视野分期 0~3 期、上方与下方 RNFL 重度损害均属于 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展危险因素(*P*<0.05)。见表 3。

表 2 变量赋值

变量	赋值
Y:视野缺损进展	0:否 1:是
X1:糖尿病	0:无 1:有
X2:术前视野分期	0:4~5 期 1:0~3 期
X3:RNFL 重度损害部位	0:上方与下方均无或者仅下方或者仅上方 1:上方与下方均有

表 3 Logistic 回归分析 MLT 治疗后视野缺损进展有关因素

因素	β 值	<i>SE</i> 值	<i>Wald</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>	<i>P</i> 值
糖尿病	1.914	0.798	5.753	6.780	1.419~32.397	0.017
术前视野分期	3.092	0.614	25.360	22.021	6.610~73.364	<0.001
RNFL 重度损害部位	3.867	0.503	59.103	47.799	17.834~128.109	<0.001
常量	1.035	0.094	121.234	2.815	2.341~3.385	<0.001

3 讨论

MLT 通过选择性刺激 POAG 小梁网区域,诱导局部生物学反应,改善房水流出情况,进而下调眼压水平,而不直接损害组织结构^[8-9]。同时,MLT 选择低功率激光波长,具有较高吸收效率,能够减少光热效应造成的炎症反应。相较于以往传统激光术,MLT 能够进一步减小手术结束后眼压波动,降低眼压瞬时升高可能性^[10]。以往研究^[11]指出,即使开角型青光眼眼压得到有效控制,仍可能产生视野缺损进展情况。调查 POAG 患者 MLT 后视野缺损进展相关因素,有利于临床更好进行危险分层管理,提高视野缺损进展防治工作效率,改善预后。

糖尿病和青光眼存在部分相同病理生理机制,比如引起氧化应激、造成神经胶质细胞功能异常、加快细胞凋亡及造成逆行轴突运输损害等^[12]。研究^[13]表明,POAG 合并糖尿病患者术后更易产生视野缺损进展情况。本研究也证实了这一点,发现糖尿病是 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展主要危险因素。长期高血糖容易造成自主神经调节异常、血管内皮功能异常与血液流变学异常,使得视乳头与其周围视网膜组织处于慢性低灌注及缺血缺氧状态,该类受损神经血管具有较低自我调节能力,尽管 MLT 成功将患者眼压下调到目标范围内,但该“安全”范围眼压可能仍无法维持脆弱视神经所需血供,造成残存的神经节细胞逐渐凋亡,产生视野缺损进展。临床对于合并糖尿病 POAG 病例,应更关注其预后,可以设定更加严格靶眼压,同时积极控制血糖浓度、改善机体微循环,提高术后眼压波动及视神经结构监测管理力度。基线视野缺损严重程度与 POAG 病例视野损害进展密切相关^[14]。本研究表明,术前视野分期 0~3 期均属于 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展相关危险因素。术前 0~3 期视野一般缺损程度轻微、局限,具有不稳定性,采取常规自动视野计对其进行检查时,波动性比较突出,可能掩盖视野真实进展趋势。故术前 0~3 期视野的 POAG 患者,可能存在视功能已达到失代偿临界点情况,MLT 治疗后更易视野缺损进展。临床对于 POAG 视野分期 0~3 期患者,不能因视野分期

早中期而疏于管理,术后应予以重点关注,嘱咐患者定期入院接受监测。视野缺损进展病例 RNFL 厚度丢失常见为颞上方及颞下方^[15]。亦有报道称, OCT 检测所示 RNFL 变化和视野 MD 存在良好相关性^[16]。本研究发现,上方与下方 RNFL 重度损害属于 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展危险因素。神经元于视觉信息处理及自身运动感知中发挥着重要作用^[17-18]。RNFL 重度损害区域一般存在局部微循环障碍及神经营养支持缺失情况,导致其可能形成神经营养因子欠缺及缺血缺氧微环境,而神经元存活不仅需要眼压的支持,同时也需要局部良好血流灌注及能量代谢环境。MLT 主要经调节小梁网功能的途径降低眼压水平,对已经存在的微循环障碍及不良微环境改善作用有限,因此上方与下方 RNFL 重度损害的患者 MLT 治疗后更易产生视野缺损进展事件。临床应对该类患者予以重点关注,术后进行更密集的视野监测,以便采取及时干预措施。

综上,糖尿病、术前视野分期 0~3 期及上方与下方 RNFL 重度损害等均属于 POAG 患者 MLT 治疗后视野缺损进展主要危险因素,临床应对存在这些因素的患者予以密切关注,采取针对性预防干预及随访监测措施,以便降低视野缺损进展风险、对进展患者予以及时有效治疗。

参考文献

- [1] 林蕾蕾,陈榆,董楠楠. 蓝黄视野联合黄斑区神经节细胞内丛状层检测在开角型青光眼早期诊断中的价值[J]. 国际眼科杂志, 2025, 25(4): 544—550.
- [2] Yadav M, Bhardwaj A, Yadav A, *et al.* Molecular genetics of primary open-angle glaucoma[J]. Indian Journal of Ophthalmology, 2023, 71(5): 1739—1756.
- [3] 伍博晰,曹业宏,李秋实. 白内障超声乳化吸除联合小梁切开治疗青光眼合并白内障的疗效及对胰岛素抵抗的影响[J]. 川北医学院学报, 2022, 37(2): 236—239.
- [4] Torrado IA, Martínez Córdoba CJ, Moreno Mazo SE, *et al.* Intraocular pressure reduction in patients treated with micropulse laser trabeculoplasty vs selective laser trabeculoplasty [J]. Indian Journal of Ophthalmology, 2025, 73 (Suppl 3): S460—S465.
- [5] Phan R, Bubel K, Fogel J, *et al.* Micropulse laser trabeculoplasty and reduction of intraocular pressure: a preliminary study[J].

Saudi Journal of Ophthalmology, 2021, 35(2): 122—125.

- [6] Kakihara S, Hirano T, Imai A, *et al.* Micropulse laser trabeculoplasty under maximal tolerable glaucoma eyedrops: treatment effectiveness and impact of surgical expertise[J]. International Journal of Ophthalmology, 2021, 14(3): 388—392.
- [7] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国原发性青光眼诊断和治疗专家共识(2014 年)[J]. 中华眼科杂志, 2014, 50(5): 382—383.
- [8] Aydin Kurna S, Sonmez AD, Yamic M, *et al.* Long-term results of micropulse laser trabeculoplasty with 577-nm yellow wavelength in patients with uncontrolled primary open-angle glaucoma and pseudoexfoliation glaucoma[J]. Lasers in Medical Science, 2022, 37(6): 2745—2752.
- [9] 吉昂,张琪,袁嘉鸿,等. 532 nm 微脉冲激光小梁成形术治疗原发性开角型青光眼的效果分析[J]. 眼科, 2024, 33(3): 182—186.
- [10] Robin AZ, Syar P, Darwish D, *et al.* Comparison of success rate and intraocular pressure spikes between selective laser trabeculoplasty and micropulse laser trabeculoplasty in African American and Hispanic patients[J]. International Journal of Ophthalmology, 2023, 16(1): 75—80.
- [11] Lee MY, Park HL, Kim SA, *et al.* Predicting visual field progression by optical coherence tomography angiography and pattern electroretinography in glaucoma [J]. Journal of Glaucoma, 2022, 31(11): 881—890.
- [12] 郁璐,董敏,杨奎亮,等. 不同类型糖尿病与青光眼发病风险的相关性: 基于双向孟德尔随机化研究[J]. 眼科新进展, 2025, 45(5): 382—386.
- [13] 孟素坤,张纯. 小梁消融术治疗开角型青光眼患者的长期视野缺损研究[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2023, 37(4): 139—148.
- [14] 耿文慧,王大博,韩静. 原发性开角型青光眼视野损害进展相关因素的随访研究[J]. 国际眼科杂志, 2020, 20(10): 1814—1818.
- [15] Takahashi N, Omodaka K, Nakazawa A, *et al.* Correlation between enlargement of retinal nerve fiber defect angle in en face imaging and visual field progression[J]. Translational Vision Science & Technology, 2022, 11(6): 8.
- [16] 廖智辉,杨辛,芦凯伦,等. OCT 及 OCTA 观察垂体腺瘤患者黄斑区视网膜结构和微循环的改变[J]. 国际眼科杂志, 2024, 24(2): 203—209.
- [17] 张瑛,周慧,陆小凡,等. 复方丹参滴丸改善非增生型糖尿病视网膜病变患者神经节细胞层及神经纤维层厚度的临床研究[J]. 天津中医药, 2025, 42(5): 573—577.
- [18] 唐德荣,杨雨雯,石蕊,等. 糖尿病视网膜神经损伤的病变规律及危险因素分析[J]. 眼科新进展, 2023, 43(12): 964—969.

(收稿日期: 2026—02—05

修回日期: 2026—04—03)