

· 临床研究 ·

# 周边虹膜切除联合房角分离及房角切开术治疗 中晚期 PACG 的有效性及其安全性评估



扫码观看  
手术视频

林凤彬<sup>1</sup> 路平<sup>2</sup> 宋云河<sup>1</sup> 高新博<sup>1</sup> 张英哲<sup>1</sup> 聂昕<sup>3</sup> 彭钰莹<sup>1</sup> 黎晓燕<sup>2</sup> 朱小敏<sup>4</sup> 张恒丽<sup>5</sup>  
张懿<sup>6</sup> 谢琳<sup>4</sup> 唐广贤<sup>5</sup> 唐莉<sup>6</sup> 范肃洁<sup>2</sup> 张秀兰<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中山大学中山眼科中心 眼科学国家重点实验室 广东省眼科视觉科学重点实验室 广东省眼部疾病临床研究中心, 广州 510060; <sup>2</sup>邯郸市眼科医院(邯郸市第三医院), 邯郸 056001; <sup>3</sup>重庆市人民医院眼科, 重庆 401120; <sup>4</sup>重庆医科大学附属第三医院眼科, 重庆 401120; <sup>5</sup>石家庄市人民医院眼科, 石家庄 050000; <sup>6</sup>四川大学华西医院眼科, 成都 610041

林凤彬、路平对本文有同等贡献

通信作者: 张秀兰, Email: zhangxl2@mail.sysu.edu.cn; 范肃洁, Email: fansujie3@163.com

**【摘要】** 目的 评估周边虹膜切除(SPI)联合房角分离(GSL)及房角切开术(GT)治疗中晚期原发性闭角型青光眼(PACG)的有效性及其安全性。方法 采用前瞻性多中心系列病例观察研究,对2021年8月至2022年1月在中山大学中山眼科中心、邯郸市眼科医院、石家庄市人民医院、四川大学华西医院及重庆医科大学附属第三医院完成SPI+GSL+GT的中晚期PACG患者27例35眼进行至少6个月随访,平均随访9(7,10)个月。采用ETDRS视力表及Goldmann压平眼压计分别测量患者术前和术后最佳矫正视力(BCVA)及眼压。记录患者术前和术后抗青光眼药物使用情况及术后并发症情况。计算手术成功率,手术完全成功定义为不使用任何抗青光眼药物下,眼压控制在5~18 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)且眼压较基线下降20%,无威胁视力的并发症,无需接受额外的抗青光眼手术,无光感丢失;条件成功定义为使用抗青光眼药物的条件下达到完全成功的标准。结果 术眼术后6个月平均眼压为(15.69±3.70) mmHg,明显低于术前的(30.83±8.87) mmHg,差异有统计学意义( $t=8.588, P<0.001$ );眼压平均降低13.00(8.00, 21.00) mmHg,降幅为44.00%(34.78%, 60.00%)。术后使用抗青光眼药物数量为0(0, 1)种,较术前的2(0, 3)种明显减少,差异有统计学意义( $Z=-3.659, P<0.001$ )。术前、术后6个月BCVA分别为0.80(0.63, 1.00)和0.80(0.60, 1.00),差异无统计学意义( $Z=-0.283, P=0.777$ )。手术完全成功率为62.86%(22/35),条件成功率为91.43%(32/35)。手术并发症主要包括前房积血(6/35)、一过性眼压升高(3/35)和术后浅前房(4/35),未发生威胁视力的并发症。结论 SPI+GSL+GT是治疗中晚期PACG安全、有效的方法,为PACG的治疗提供了新的思路。

**【关键词】** 闭角型青光眼; 手术; 多中心研究; 房角切开术; 房角分离术; 周边虹膜切除术; 有效性; 安全性

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20220819-00383

## Surgical outcome and safety of peripheral iridectomy plus goniosynechialysis and goniotomy in the treatment of advanced primary angle-closure glaucoma

Lin Fengbin<sup>1</sup>, Lu Ping<sup>2</sup>, Song Yunhe<sup>1</sup>, Gao Xinbo<sup>1</sup>, Zhang Yingzhe<sup>1</sup>, Nie Xin<sup>3</sup>, Peng Yuying<sup>1</sup>, Li Xiaoyan<sup>2</sup>, Zhu Xiaomin<sup>4</sup>, Zhang Hengli<sup>5</sup>, Zhang Yi<sup>6</sup>, Xie Lin<sup>4</sup>, Tang Guangxian<sup>5</sup>, Tang Li<sup>6</sup>, Fan Sujie<sup>2</sup>, Zhang Xiulan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Ophthalmology and Visual Science, Guangdong Provincial Clinical Research Center for Ocular Diseases, Guangzhou 510060, China; <sup>2</sup>Handan City Eye Hospital (The Third Hospital of Handan), Handan 056001, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, People's Hospital of Chongqing, Chongqing 401120, China; <sup>4</sup>Department of Ophthalmology, the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 401120, China; <sup>5</sup>Department of Ophthalmology, Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang 050000, China; <sup>6</sup>Department of Ophthalmology, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

Lin Fengbin and Lu Ping contributed equally to this study

Corresponding authors: Zhang Xiulan, Email: zhangxl2@mail.sysu.edu.cn; Fan Sujie, Email: fansujie3@163.com

**[Abstract] Objective** To evaluate the preliminary effectiveness and safety of surgical peripheral iridectomy (SPI) combined with goniosynechialysis (GSL) and goniotomy (GT) in the treatment of advanced primary angle-closure glaucoma (PACG). **Methods** A multicenter observational case series study was performed. Thirty-five eyes of 27 patients with advanced PACG, who underwent SPI+GSL+GT with a follow-up of at least 6 months, were included from August 2021 to January 2022 at Zhongshan Ophthalmic Center, Handan City Eye Hospital, Shijiazhuang People's Hospital, West China Hospital of Sichuan University, and the Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University. The mean follow-up time was 9 (7, 10) months. Pre- and post-operative best corrected visual acuity (BCVA) and intraocular pressure (IOP) were measured with an ETDRS chart and a Goldmann applanation tonometer, respectively. The number of anti-glaucoma medications applied before and after surgery was recorded, and the complications after surgery were analyzed. Success rate of surgery was calculated. Complete surgical success was defined as an IOP of 5–18 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) and 20% reduction from baseline without anti-glaucoma medication or reoperation. Qualified success was defined as achieving criterion of complete success under anti-glaucoma medications. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University (No. 2021KYPJ177). Written informed consent was obtained from each subject. **Results** The mean preoperative IOP was (30.83±8.87) mmHg, which was significantly decreased to (15.69±3.70) mmHg at 6 months after the surgery ( $t=8.588, P<0.001$ ), with a 44.00% (34.78%, 60.00%) decline of 13.00 (8.00, 21.00) mmHg. The median number of anti-glaucoma medications was significantly reduced from 2 (0, 3) preoperatively to 0 (0, 1) postoperatively ( $Z=-3.659, P<0.001$ ). The mean preoperative and postoperative 6-month BCVA were 0.80 (0.63, 1.00) and 0.80 (0.60, 1.00), respectively, showing no significant difference ( $Z=-0.283, P=0.777$ ). Complete surgical success rate was 62.86% (22/35), and the qualified success rate was 91.43% (32/35). Surgical complications mainly included hyphema (6/35), IOP spike (3/35), and shallow anterior chamber (4/35). There was no vision-threatening complication. **Conclusions** SPI+GSL+GT is preliminarily effective and safe in the treatment of advanced PACG, which provides a new option for PACG.

**[Key words]** Glaucoma, angle-closure; Surgery; Multicenter study; Goniotomy; Goniosynechialysis; Peripheral iridectomy; Effectiveness; Safety

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20220819-00383

青光眼是全球主要的不可逆性致盲眼病,其致盲患者中约 50% 是原发性闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)。中国目前约有 1 010 万 PACG 患者,约占全球发病人数的 50%<sup>[1-2]</sup>。手术是 PACG 治疗的一线方案,根据是否合并白内障,早期 PACG 首选虹膜周边切除术(surgical peripheral iridectomy, SPI)或超声乳化白内障吸除联合人工晶状体植入术(phacoemulsification with intraocular lens implantation, PEI),中晚期 PACG 首选小梁切除术或 PEI 联合小梁切除术<sup>[3-4]</sup>。但小梁切除术存在创口较大、浅前房、恶性青光眼以及滤过泡相关并发症等可能,且术后需要长期的精细处理<sup>[5]</sup>。因此,临床工作中对于一些特殊情况,如年轻、具有恶性青光眼特征的 PACG 患者,既往通常采用 SPI 联合术后降眼压药物替代治疗<sup>[6-8]</sup>。微创青光眼手术(minimally invasive glaucoma surgery, MIGS)近年来在临床上广泛应用,其在治疗闭角型青光眼中的作用也逐渐突显,常见于各

种形式的房角切开术(goniotomy, GT)<sup>[9-26]</sup>。研究证实,在治疗合并白内障的中晚期 PACG 患者时,PEI 联合房角分离术(goniosynechialysis, GSL)及 GT 表现出良好的疗效<sup>[16-17,22-24]</sup>。但对于没有白内障手术指征的中晚期 PACG,透明晶状体摘出仍存在一定的争议<sup>[3-4]</sup>。因此,对于这一类型中晚期 PACG 的治疗,可否通过 SPI 联合 GSL+GT 来达到 PEI 联合 GSL+GT 治疗合并白内障的中晚期 PACG 的降眼压效果,并同时减少单纯 SPI 治疗高危 PACG 术后青光眼药物的使用,目前仍缺乏相关研究证据。本研究拟评估 SPI+GSL+GT 治疗合并透明晶状体或无明显白内障手术指征的中晚期 PACG 患者的有效性及安全性,以期为此类患者手术方案的选择提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用前瞻性多中心系列病例观察研究,收集 2021

年 8 月至 2022 年 1 月于中山大学中山眼科中心、邯郸市眼科医院、石家庄市人民医院、四川大学华西医院及重庆医科大学附属第三医院确诊为中晚期 PACG 并行 SPI+GSL+GT 治疗的患者 27 例 35 眼。其中男 11 例,女 16 例;年龄 30~76 岁,平均(56.48±13.56)岁;中期(进展期)PACG 14 眼(占 40%),晚期 PACG 21 眼(占 60%);原发性急性闭角型青光眼(慢性期、绝对期)8 眼(占 22.86%),原发性慢性闭角型青光眼(中期、晚期)27 眼(占 77.14%);随访 6~11 个月,平均 9(7,10)个月。术术前眼轴长度为(22.33±0.92)mm,视野平均缺损(mean deviation, MD)值为(-18.62±5.88)dB,杯盘比为 0.85±0.09,房角粘连范围为 240(210, 345)°。超声生物显微镜(ultrasound biomicroscope, UBM)(法国 AVISO 公司)图像分析房角关闭机制,其中单纯瞳孔阻滞型 18 眼,单纯非瞳孔阻滞型 3 眼,混合机制型 14 眼。受试者纳入标准:(1)年龄 30~80 岁,性别不限。(2)符合中晚期 PACG 诊断标准(符合①、②、③或①、②、④)<sup>[27-28]</sup>:①房角镜下周边虹膜前粘连形成,覆盖小梁网范围>180°,且覆盖鼻侧或下方房角 120°;②无论是否使用降眼压药物,眼压>21 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);③具有明显的青光眼性视神经病变(杯盘比≥0.7,或双眼杯盘比差值>0.2,或颞上、颞下方盘沿宽度<0.1 个视盘垂直径);④由可靠的 Humphrey 视野计检查(SITA-Standard 24-2 或 30-2 模式)诊断的青光眼性视野缺损,如旁中心暗点、鼻侧阶梯、弓形缺损等;MD 值≤-12 dB。(3)无明显白内障,或经医师评估不需要进行晶状体摘出者。(4)患者自愿参加本研究并同意按照研究计划进行随访。排除标准:(1)有眼内手术史或眼部外伤史(包括眼部激光手术史);(2)合并其他类型的青光眼,如原发性开角型青光眼、各种类型继发性青光眼(继发性闭角型青光眼、激素性青光眼、房角后退继发性青光眼、新生血管性青光眼、炎症继发性青光眼、真性小眼球、假性剥脱综合征等);(3)长期局部或全身使用糖皮质激素或合并严重全身系统性疾病;(4)孕妇或哺乳期妇女。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经中山大学中山眼科中心伦理委员会批准(批文号:2021KYPJ177),并在伦理委员会监督下开展试验。所有患者均了解本研究目的和方法并自愿签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 眼科检查** 患者入组前均详细采集全身情况、病史及用药情况,并接受完整的眼科专科检查,包括裂隙灯显微镜(BQ-900,瑞士 Haag-Streit 公司)、房角镜

(美国 Ocular 公司)、Goldmann 压平眼压计(AT900 型,瑞士 Haag-Streit 公司)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)(ETDRS 视力表,美国 Precision Vision 公司)、眼球生物学测量(IOLMaster 700,德国 Carl Zeiss 公司)、UBM 检查和 Humphrey 视野计(Humphrey Field Analyzer 3,德国 Carl Zeiss 公司)检查。

**1.2.2 手术方法** 采用表面麻醉或全身麻醉,麻醉方式由术前评估决定。术前常规采用质量分数 1%~2%毛果芸香碱点眼以缩瞳。麻醉后常规消毒铺巾,开睑器开睑。6-0 丝线缝针固定上方透明角膜(可选择)。手术操作部位有 2 种推荐:(1)在患者的鼻上方行 SPI,在颞上方作切口行房角粘连分离和房角切开,适用于右眼手术;(2)在患者鼻上方行 SPI,在颞侧作切口行房角粘连分离和房角切开,适用于左、右眼手术。以第 2 种手术操作方式为例,在鼻上方沿角膜缘做长度约 2 mm 的结膜切口,止血器止血后做角膜缘全层切口,轻压后唇使周边虹膜组织疝出角膜切口,显微无齿镊夹取虹膜组织,角膜剪剪除全层虹膜组织,大小约 1.5 mm×1.5 mm,结膜烧灼粘合。用 2.2 mm 隧道刀在颞侧做合适的透明角膜切口,前房内注入卡巴胆碱注射液缩瞳,再注入黏弹剂加深前房。调整患者头位向术眼鼻侧倾斜 30°~40°,调整手术显微镜向术眼颞侧倾斜 30°~40°,以便术者能看清鼻侧前房角结构。在角膜表面涂布黏弹剂。在房角镜辅助下,用大劈核钩从透明角膜切口进入鼻侧房角并开始轻压虹膜根部,分离粘连房角,以见到下 2/3 功能小梁网及巩膜嵴。将房角切开刀(tanito microhook, TMH;谷户钩)经透明角膜切口进入前房内;在房角镜辅助下,切开小梁网及 Schlemm 管内壁约 120°范围。I/A 清除前房内黏弹剂及可能的前房出血。水密角膜切口,平衡盐溶液形成前房。妥布霉素地塞米松眼膏、1%~2%毛果芸香碱眼膏涂眼,眼垫包眼(视频 1)。

**1.2.3 术后处理** 术后局部使用质量分数 1%醋酸泼尼松龙滴眼液(4 次/d)点眼及妥布霉素地塞米松眼膏(1 次/睡前)涂眼,连续使用 7 d;之后换用非甾体类抗炎滴眼液(4 次/d)点眼,连续使用 21 d。自术后起连续使用 1%毛果芸香碱滴眼液点眼 28 d。术后局部用药期间,如果患者眼压升高考虑为糖皮质激素诱发,则立即停用糖皮质激素类药物并换用非甾体类抗炎滴眼液;如果术后出现浅前房,则立即停用 1%毛果芸香碱滴眼液。

**1.2.4 术后随访及评估指标** 术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月、6 个月及 12 个月进行随访评估,采集末次

随访数据纳入分析。术后随访指标包括末次随访眼压、视力、抗青光眼药物使用数量、并发症等情况,记录裂隙灯显微镜及眼底检查结果和再次手术情况。手术成功判定标准参考微创手术用于闭角型青光眼的研究<sup>[16,23]</sup>:(1)完全成功 不用任何抗青光眼药物的条件下眼压控制在 5~18 mmHg,且术后眼压较基线眼压下降 20%,无威胁视力的并发症,无需接受额外的抗青光眼手术,无光感丢失;(2)条件成功 用抗青光眼药物的条件下达到完全成功的标准;(3)失败 眼压 < 5 mmHg,或在使用抗青光眼药物的条件下 > 18 mmHg,需接受额外的抗青光眼手术,或合并光感丢失。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 24.0 统计学软件进行统计分析。采用混合效应模型校正同一个体双眼间的相关性;采用 Shapiro-Wilk 检验对计量资料进行正态性检验,正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示;非正态分布的资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示。2 个组间正态分布计量资料差异比较采用配对  $t$  检验,组间非正态分布资料差异比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。采用双侧检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术前后眼压、抗青光眼药物使用数量及 BCVA 比较

所有术眼均顺利完成 SPI+GSL+GT。术眼术后 6 个月眼压较术前明显降低,差异有统计学意义 ( $t = 8.588, P < 0.001$ );眼压平均降低 13.00 (8.00, 21.00) mmHg,降幅为 44.00% (34.78%, 60.00%)。术眼术后用抗青光眼药物的数量较术前明显减少,差异有统计学意义 ( $Z = -3.659, P < 0.001$ )。与术前 BCVA 比较,术眼术后 BCVA 无明显变化,手术前后 BCVA 差异无统计学意义 ( $Z = -0.283, P = 0.777$ ) (表 1)。

**表 1 手术前后眼压、抗青光眼药物使用数量及 BCVA 比较**  
**Table 1 Comparison of intraocular pressure, number of anti-glaucoma medications and BCVA between before and after operation**

时间	眼数	眼压 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg) <sup>a</sup>	抗青光眼药物使用数量 [ $M(Q_1, Q_3)$ , 种] <sup>b</sup>	BCVA [ $M(Q_1, Q_3)$ ] <sup>b</sup>
术前	35	30.83 ± 8.87	2(0,3)	0.80(0.63,1.00)
术后 6 个月	35	15.69 ± 3.70	0(0,1)	0.80(0.60,1.00)
$t/Z$ 值		8.588	-3.659	-0.283
$P$ 值		<0.001	<0.001	0.777

注:(a:配对  $t$  检验;b:Wilcoxon 符号秩检验) BCVA:最佳矫正视力 1 mmHg=0.133 kPa  
Note:(a:Paired  $t$ -test;b:Wilcoxon signed rank test) BCVA:best corrected visual acuity 1 mmHg=0.133 kPa

2.2 手术成功率及手术并发症

手术完全成功率为 62.86% (22/35),条件成功率为 91.43% (32/35),失败率为 8.57% (3/35),3 例失败患者均为单纯非瞳孔阻滞型(表 2)。术后主要并发症包括前房积血(6/35)、一过性眼压升高(3/35)和术后浅前房(4/35,均为 1 级浅前房)。其中 6 例前房积血均在术后 2~3 d 完全吸收;3 例一过性眼压升高眼中,1 例在前房积血吸收后、2 例在停用糖皮质激素滴眼液后,眼压均降至正常水平;4 例术后浅前房(3 例单纯非瞳孔阻滞型和 1 例混合机制)均在停用缩瞳药物后前房恢复正常;未见威胁视力的并发症,如恶性青光眼等的发生,所有术眼均无需二次手术。

**表 2 手术效果评价**  
**Table 2 Evaluation of surgical effect**

手术效果评价	眼数(比例,%)	房角关闭机制
完全成功	22(62.86)	单纯瞳孔阻滞型(18 眼)+混合机制型(4 眼)
条件成功	32(91.43)	单纯瞳孔阻滞型(18 眼)+混合机制型(14 眼)
失败	3(8.57)	单纯非瞳孔阻滞型(3 眼)

3 讨论

本研究首次报道了 SPI+GSL+GT 治疗中晚期 PACG 的多中心病例观察结果,手术成功率达 91% 以上,未见严重并发症,表明 SPI+GSL+GT 是治疗中晚期 PACG 一种安全、有效的手术方式。

MIGS 是近年来发展的抗青光眼手术类型,其核心理念为用更精细的器械、以最小的创伤进行手术。虽然 MIGS 最初用于原发性开角型青光眼的治疗<sup>[9-12]</sup>,但 GT 联合 PEI+GSL 在 PACG 治疗中的作用也陆续报道<sup>[13-17,19-24]</sup>。GT 包括 Kahook Dual Blade 内路 120° 小梁网切除术、Tanito Microhook 内路 120°~240° 小梁切开头、房角镜及微导管辅助的 360° 小梁切开头<sup>[19-22,29]</sup>。基于合并白内障的 PACG 的发病机制,若联合 PEI,PACG 患者的浅前房可以消除或改善,为 MIGS 手术的实施提供了空间。GSL 可以分离前粘连的虹膜,重新开放房角,GT 则进一步切开病变小梁网组织,有利于房水外流,从而降低眼压<sup>[22]</sup>。对于没有白内障手术指征的患者,透明晶状体是否摘出仍存在一定的争议<sup>[3-4]</sup>。因此,这

类患者可以通过 SPI 解除瞳孔阻滞,沟通前后房,达到相当于 PEI 加深前房的作用。本研究 35 眼均顺利完成手术,先行 SPI 沟通前后房,然后通过前房注入黏弹剂获得足够的操作空间;房角镜直视下,GSL 及 GT 操作简单快捷,大劈核钩可使前粘连的虹膜剥离后退,清晰暴露巩膜嵴和小梁网,小梁切开刀进入 Schlemm 管腔进行房角切开是很容易的。

本研究中患者术后 6 个月眼压较术前明显降低,降幅为 44%,且抗青光眼药物使用数量也较术前明显减少,手术总体成功率达 91% 以上,说明 SPI+GSL+GT 可以有效治疗无白内障手术指征的中晚期 PACG,达到 PEI+GSL+GT 治疗合并白内障的 PACG 及 SPI 联合药物治疗高危 PACG 患者相似的效果。需要注意的是,本研究中术后 6 个月用药情况下眼压仍不能控制的患者,房角关闭机制均为单纯非瞳孔阻滞型。结合既往研究提示,单纯非瞳孔阻滞型患者行激光 SPI 术后房角粘连仍会继续发展<sup>[30]</sup>。因此,对于这一类型患者是否选择该联合手术方式仍需谨慎对待,未来需要更大样本量的研究来进一步验证。但从另一方面,该手术方式针对的是透明晶状体患者和滤过手术后恶性青光眼风险高的患者,结合 MIGS 简单易行的特性,可以作为姑息手术延后滤过手术时机,从而大大降低青光眼手术的风险。

相比传统的小梁切除术后发生浅前房、持续低眼压及恶性青光眼等<sup>[5]</sup>,本研究的联合手术方式是安全的,术后主要并发症仅为前房积血、一过性眼压升高和术后浅前房。前房积血主要与房角切开有关,术后 2~3 d 均完全吸收。一过性眼压升高者,1 例在前房积血吸收后眼压降至正常水平,可能与积血堵塞房角引起眼压升高有关;2 例将糖皮质激素滴眼液更换为非甾体类抗炎滴眼液后眼压均降至正常,可能与糖皮质激素滴眼液引起激素性青光眼有关,因此也提示糖皮质激素对切开后房角以及集合管、房水静脉等远端房水通路可能产生影响,造成房水外流阻力增加<sup>[31-33]</sup>。我们在临床工作中及既往研究中均观察到,儿童、年轻患者及高度近视患者术后出现糖皮质激素相关一过性眼压升高更多见<sup>[33-34]</sup>,考虑与小梁网发育程度及结缔组织改变有关,但其机制还有待进一步研究。术后浅前房者及时停用缩瞳药物后前房均加深,考虑可能与缩瞳药物诱发恶性青光眼有关;4 例术后浅前房患者中有 3 例为单纯非瞳孔阻滞型,1 例为混合机制型,提示单纯非瞳孔阻滞型患者术后可能需要慎用缩瞳药物。

综上所述,本研究通过前瞻性观察研究证实 SPI+

GSL+GT 治疗中晚期 PACG 安全、有效,为 MIGS 手术治疗 PACG 提供了新的选择和视角。本研究为观察性研究,缺乏随机对比的数据验证该手术方式相对于传统手术治疗中晚期 PACG 的优势,目前 SPI+GSL+GT 与小梁切除术治疗中晚期 PACG 的随机对照试验正在进行<sup>[35]</sup> (Clinicaltrials, gov: NCT05163951),未来将为 PACG 治疗方案的选择提供更高质量的依据。本研究样本量较小,随访时间较短,仍需要更大样本量、更长时间的随访以评估其长期效果。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 张秀兰、范肃洁:参与研究选题、研究设计、研究实施、论文修改及定稿;林凤彬、路平:参与研究资料整理、收集和整理/解解数据、论文撰写及修改;宋云河、高新博、张英哲、聂昕、彭钰莹、黎晓燕、朱小敏、张恒丽、张懿、谢琳、唐广贤、唐莉:参与患者随访、数据采集、数据整理和分析

## 参考文献

- [1] Foster PJ, Johnson GJ. Glaucoma in China; how big is the problem? [J]. Br J Ophthalmol, 2001, 85 (11): 1277-1282. DOI: 10. 1136/bjo. 85. 11. 1277.
- [2] Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020 [J]. Br J Ophthalmol, 2006, 90 (3): 262-267. DOI: 10. 1136/bjo. 2005. 081224.
- [3] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 中国原发性闭角型青光眼诊治方案专家共识 (2019 年) [J]. 中华眼科杂志, 2019, 55 (5): 325-328. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2019. 05. 002.
- [4] 中华医学会眼科学分会青光眼学组, 中国医师协会眼科医师分会青光眼学组. 中国青光眼指南 (2020 年) [J]. 中华眼科杂志, 2020, 56 (8): 573-586. DOI: 10. 3760/cma. j. cn112142-20200313-00182.
- [5] Jampel HD, Solus JF, Tracey PA, et al. Outcomes and bleb-related complications of trabeculectomy [J]. Ophthalmology, 2012, 119 (4): 712-722. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2011. 09. 049.
- [6] 王宁利, 范志刚, 吴河坪, 等. 激光周边虹膜切除术后残余性闭角型青光眼的药物治疗效果 [J]. 中华眼科杂志, 2002, 38 (12): 712-716. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-4081. 2002. 12. 003. Wang NL, Fan ZG, Wu HP, et al. Drug therapy for residual angle-closure glaucoma after laser iridectomy [J]. Chin J Ophthalmol, 2002, 38 (12): 712-716. DOI: 10. 3760/j. issn. 0412-4081. 2002. 12. 003.
- [7] Nonaka A, Kondo T, Kikuchi M, et al. Cataract surgery for residual angle closure after peripheral laser iridotomy [J]. Ophthalmology, 2005, 112 (6): 974-979. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2004. 12. 042.
- [8] Baskaran M, Yang E, Trikha S, et al. Residual angle closure one year after laser peripheral iridotomy in primary angle closure suspects [J]. Am J Ophthalmol, 2017, 183: 111-117. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2017. 08. 016.
- [9] Lavia C, Dallorto L, Maule M, et al. Minimally-invasive glaucoma surgeries (MIGS) for open angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis [J/OL]. PLoS One, 2017, 12 (8): e0183142 [2022-07-10]. https://pubmed. ncbi..nlm.nih.gov/28850575/. DOI: 10. 1371/journal. pone. 0183142.
- [10] Mathew DJ, Buys YM. Minimally invasive glaucoma surgery: a critical appraisal of the literature [J]. Annu Rev Vis Sci, 2020, 6: 47-89. DOI: 10. 1146/annurev-vision-121219-081737.
- [11] Gillmann K, Mansouri K. Minimally invasive glaucoma surgery: where is

- the evidence? [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2020, 9(3): 203–214. DOI:10.1097/APO.0000000000000294.
- [12] Bickett AK, Le JT, Azuara-Blanco A, et al. Minimally invasive glaucoma surgical techniques for open-angle glaucoma; an overview of cochrane systematic reviews and network meta-analysis [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2021, 139(9): 983–989. DOI:10.1001/jamaophthalmol.2021.2351.
- [13] 张西, 宋云河, 高新博, 等. 微创青光眼手术在原发性闭角型青光眼联合手术中的应用研究进展 [J]. *中华眼科杂志*, 2022, 58(1): 63–68. DOI:10.3760/ema.j.cn112142-20210904-00410. Zhang X, Song YH, Gao XB, et al. Advances of minimally invasive glaucoma surgery in the combined treatment of primary angle-closure glaucoma [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2022, 58(1): 63–68. DOI:10.3760/ema.j.cn112142-20210904-00410.
- [14] 唐莉, 原慧萍, 唐广贤, 等. Schlemm 管手术是否适用于原发性闭角型青光眼的治疗 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2022, 40(4): 340–344. DOI:10.3760/ema.j.cn115989-20211102-00598. Tang L, Yuan HP, Tang GX, et al. Is Schlemm canal surgery suitable for primary angle-closure glaucoma? [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2022, 40(4): 340–344. DOI:10.3760/ema.j.cn115989-20211102-00598.
- [15] Song Y, Zhang H, Zhang Y, et al. Minimally invasive glaucoma surgery in primary angle-closure glaucoma [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2022, 11(5): 460–469. DOI:10.1097/APO.0000000000000561.
- [16] 宋云河, 张英哲, 林凤彬, 等. PEI 联合房角分离术及房角切开手术治疗中晚期 PACG 疗效及安全性评估 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2022, 40(4): 334–339. DOI:10.3760/ema.j.cn115989-20211215-00692. Song YH, Zhang YZ, Lin FB, et al. Outcomes and safety of phacoemulsification combined with intraocular lens implantation plus goniosynechialysis and goniotomy for advanced primary angle-closure glaucoma [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2022, 40(4): 334–339. DOI:10.3760/ema.j.cn115989-20211215-00692.
- [17] Song Y, Zhang Y, Li F, et al; PVP Study Group. One-year results of a multicenter study; intraocular pressure-lowering effect of combined phacoemulsification, goniosynechialysis, and goniotomy for cases of advanced primary angle-closure glaucoma with cataract [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2022, 11(6): 529–535. DOI:10.1097/APO.0000000000000579.
- [18] Greenwood MD, Seibold LK, Radcliffe NM, et al. Goniotomy with a single-use dual blade: short-term results [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2017, 43(9): 1197–1201. DOI:10.1016/j.jcrs.2017.06.046.
- [19] Dorairaj S, Tam MD. Kahook dual blade excisional goniotomy and goniosynechialysis combined with phacoemulsification for angle-closure glaucoma; 6-month results [J]. *J Glaucoma*, 2019, 28(7): 643–646. DOI:10.1097/IJG.0000000000001256.
- [20] Dorairaj S, Tam MD, Balasubramani GK. Twelve-month outcomes of excisional goniotomy using the Kahook Dual Blade<sup>®</sup> in eyes with angle-closure glaucoma [J]. *Clin Ophthalmol*, 2019, 13: 1779–1785. DOI:10.2147/OPTH.S221299.
- [21] Dorairaj S, Tam MD, Balasubramani GK. Two-year clinical outcomes of combined phacoemulsification, goniosynechialysis, and excisional goniotomy for angle-closure glaucoma [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2020, 10(2): 183–187. DOI:10.1097/APO.0000000000000321.
- [22] Tanito M, Sugihara K, Tsutsui A, et al. Midterm results of microhook ab interno trabeculotomy in initial 560 eyes with glaucoma [J/OL]. *J Clin Med*, 2021, 10(4): 814 [2022-07-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33671386/>. DOI:10.3390/jcm10040814.
- [23] Gupta S, Sethi A, Yadav S, et al. Safety and efficacy of incisional goniotomy as an adjunct with phacoemulsification in primary angle-closure glaucoma [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2021, 47(4): 504–511. DOI:10.1097/j.jcrs.0000000000000481.
- [24] Shokoohi-Rad S, Karimi F, Zarei-Ghanavati S, et al. Phacoemulsification, visco-goniosynechialysis, and goniotomy in patients with primary angle-closure glaucoma: a comparative study [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(1): 88–95. DOI:10.1177/1120672119879331.
- [25] Al Habash A, Albuainain A. Long term outcome of combined phacoemulsification and excisional goniotomy with the Kahook Dual Blade in different subtypes of glaucoma [J/OL]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 10660 [2022-07-11]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34021228/>. DOI:10.1038/s41598-021-90223-5.
- [26] Wang Y, Liang ZQ, Zhang Y, et al. Efficacy and safety of phacoemulsification plus goniosynechialysis and trabectome in patients with primary angle-closure glaucoma [J/OL]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 13921 [2022-07-11]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34230569/>. DOI:10.1038/s41598-021-92972-9.
- [27] European Glaucoma Society terminology and guidelines for glaucoma, 4th edition—chapter 2: classification and terminology supported by the EGS foundation; part 1: foreword; introduction; glossary; chapter 2 classification and terminology [J]. *Br J Ophthalmol*, 2017, 101(5): 73–127. DOI:10.1136/bjophthalmol-2016-EGSguideline.002.
- [28] Sangtam T. Phacoemulsification versus trabeculectomy in medically uncontrolled chronic angle-closure glaucoma without cataract [J/OL]. *Ophthalmology*, 2013, 120(7): e45 [2022-07-12]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23823520/>. DOI:10.1016/j.ophtha.2013.03.007.
- [29] Grover DS, Smith O, Fellman RL, et al. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy; 24 months follow-up [J]. *J Glaucoma*, 2018, 27(5): 393–401. DOI:10.1097/IJG.0000000000000956.
- [30] Nongpiur ME, Verma S, Tun TA, et al. Plateau iris and severity of primary angle closure glaucoma [J]. *Am J Ophthalmol*, 2020, 220: 1–8. DOI:10.1016/j.ajo.2020.07.033.
- [31] Cassidy PS, Kelly RA, Reina-Torres E, et al. siRNA targeting Schlemm's canal endothelial tight junctions enhances outflow facility and reduces IOP in a steroid-induced OHT rodent model [J]. *Mol Ther Methods Clin Dev*, 2021, 20: 86–94. DOI:10.1016/j.omtm.2020.10.022.
- [32] Clark AF, Wordinger RJ. The role of steroids in outflow resistance [J]. *Exp Eye Res*, 2009, 88(4): 752–759. DOI:10.1016/j.exer.2008.10.004.
- [33] Roberti G, Oddone F, Agnifili L, et al. Steroid-induced glaucoma: epidemiology, pathophysiology, and clinical management [J]. *Surv Ophthalmol*, 2020, 65(4): 458–472. DOI:10.1016/j.survophthal.2020.01.002.
- [34] Ng JS, Fan DS, Young AL, et al. Ocular hypertensive response to topical dexamethasone in children: a dose-dependent phenomenon [J]. *Ophthalmology*, 2000, 107(11): 2097–2100. DOI:10.1016/s0161-6420(00)00357-2.
- [35] Gao X, Lv A, Lin F, et al. Efficacy and safety of trabeculectomy versus peripheral iridectomy plus goniotomy in advanced primary angle-closure glaucoma: study protocol for a multicentre, non-inferiority, randomised controlled trial (the TVG study) [J/OL]. *BMJ Open*, 2022, 12(7): e062441 [2022-07-13]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35788072/>. DOI:10.1136/bmjopen-2022-062441.

(收稿日期:2022-08-19 修回日期:2022-12-22)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

