

· 临床研究 ·

房角镜辅助全周小梁切开术治疗原发性开角型青光眼的长期临床观察

金鑫 李晚霞 杨潇远 王一玮 张红敏 任静 李海军

河南省人民医院眼科 郑州大学人民医院 河南大学人民医院 河南省立眼科医院, 郑州 450003

通信作者: 杨潇远, Email: yxy20200804@163.com

【摘要】 目的 评价房角镜辅助全周小梁切开术(GATT)治疗原发性开角型青光眼的有效性和安全性。**方法** 采用回顾性队列研究,纳入2018年1月至2022年5月就诊于河南省立眼科医院的原发性开角型青光眼患者70例83眼。根据患者选择的不同手术方式分为GATT组38例50眼,小梁切除术(TRAB)组32例33眼,记录术前及术后1、6、12、18、24个月的视力、眼压、裂隙灯显微镜检查结果、降眼压药物使用情况及术后并发症发生情况。**结果** 手术前后不同时间点眼压总体比较,差异有统计学意义($F_{\text{时间}}=52.336, P<0.001$),组间眼压总体比较差异无统计学意义($F_{\text{组别}}=2.443, P=0.119$)。GATT组和TRAB组末次随访降眼压药物使用数量均较术前减少,差异均有统计学意义($Z=-5.754, -3.847, \text{均 } P<0.001$)。GATT组与TRAB组末次随访用药数量比较,差异无统计学意义($Z=-0.777, P=0.437$)。GATT组和TRAB组术前与术后末次随访视力比较,差异均无统计学意义($Z=-0.578, -0.638, \text{均 } P>0.05$)。GATT组和TRAB组手术累积条件成功率分别为96.2%和89.7%,累积完全成功率分别为66.7%和43.8%,2个组累积条件成功率和累积完全成功率比较,差异均无统计学意义($\chi^2=1.633, P=0.201; \chi^2=3.534, P=0.060$)。各组术后随访均未见严重并发症。**结论** GATT治疗原发性开角型青光眼具有长期安全性和有效性,其完全成功率与TRAB相当。

【关键词】 小梁切开术; 开角型青光眼; 微创青光眼手术

基金项目: 河南省科技攻关项目(252102521078); 河南省科技攻关项目指导性立项(262102520010); 河南省自然科学基金指导性立项(242300420103)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20250730-00249

Long-term clinical outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in primary open-angle glaucoma

Jin Xin, Li Wanxia, Yang Xiaoyuan, Wang Yiwei, Zhang Hongmin, Ren Jing, Li Haijun

Department of Ophthalmology, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University People's Hospital, Henan University People's Hospital, Henan Eye Hospital, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Yang Xiaoyuan, Email: yxy20200804@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the efficacy and safety of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in the treatment of primary open-angle glaucoma (POAG). **Methods** A retrospective cohort study was conducted. Seventy patients (83 eyes) with POAG treated at Henan Eye Hospital from January 2018 to May 2022 were included. Among them, 38 patients (50 eyes) underwent GATT and 32 patients (33 eyes) underwent trabeculectomy (TRAB) according to their willingness. Visual acuity, intraocular pressure measurement with a non-contact tonometer, slit-lamp microscopy, use of intraocular pressure-lowering drugs, and postoperative complications were recorded before and at 1, 6, 12, 18 and 24 months after the operation. This study followed the Declaration of Helsinki. The study protocol was reviewed and approved by the Ethics Committee of Henan Eye Hospital (No. HNEEC-2023[32]). All patients voluntarily signed the informed consent form before surgery. **Results** There was a significant overall comparison difference in IOP among different time points ($F_{\text{time}}=52.336, P<0.001$), and there was no statistical significance in IOP between the two groups ($F_{\text{group}}=2.443, P=0.119$). The amount of intraocular pressure-lowering drugs at the last follow-up after surgery in both GATT and TRAB groups was lower than that before



surgery, and the differences were statistically significant ($Z = -5.754, -3.847$; both $P < 0.001$). There was no significant difference in the number of drugs used at the last follow-up visit between the GATT group and the TRAB group ($Z = -0.777, P = 0.437$). There was no significant difference in preoperative and final postoperative follow-up visual acuity between the GATT group and the TRAB group ($Z = -0.578, -0.638$; both $P > 0.05$). The cumulative conditional success rates in the GATT group and the TRAB group were 96.2% and 89.7%, respectively, and the cumulative complete success rates were 66.7% and 43.8%, respectively, with no significant difference between them ($\chi^2 = 1.633, P = 0.201$; $\chi^2 = 3.534, P = 0.060$). No serious complications were observed in either group after operation. **Conclusions** GATT is safe and effective in the long-term follow-up for POAG, with a complete success rate comparable to TRAB.

[Key words] Trabeculotomy; Open-angle glaucoma; Minimally invasive glaucoma surgery

Fund program: Henan Provincial Science and Technology Research Project (252102521078); Henan Provincial Science and Technology Research Project Guidance-based Approval (262102520010); Henan Provincial Natural Science Foundation Guidance-based Program (242300420103)

DOI: 10.3760/ema.j.cn115989-20250730-00249

原发性开角型青光眼是世界范围内主要的不可逆性致盲眼病,降低眼压是治疗青光眼的有效途径^[1-2]。目前主要的降眼压治疗手段包括药物、激光和手术。当药物和激光治疗无法有效控制眼压时,往往需通过手术增加房水排出或减少房水生成,以达到降眼压的治疗目的。传统的抗青光眼手术以滤过泡依赖的外滤过手术为主,包括小梁切除术(trabeculectomy, TRAB)、青光眼引流装置植入术等^[3];术后出现的滤过泡相关并发症,如纤维包裹、滤过通道瘢痕化等,是导致手术失败的主要原因。既往研究已证明,非滤过泡依赖型内滤过微创青光眼手术(minimally invasive glaucoma surgery, MIGS)治疗开角型青光眼具有短期安全性和有效性^[4-5],但其长期临床观察结果较少。房角镜辅助全周小梁切开术(gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT)是一种无需切开结膜的新型内路 MIGS,通过房角镜引导下的微创内路途径 360° 环形切开 Schlemm 管内壁,精准解除小梁网-Schlemm 管内壁阻塞,高效重建房水生理性流出通路,从而实现安全且显著的降眼压效果。本研究通过对接受 GATT 治疗的原发性开角型青光眼患者进行长期随访,系统评价其长期安全性及有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用回顾性队列研究,纳入 2018 年 1 月至 2022 年 5 月就诊于河南省立眼科医院的原发性开角型青

光眼患者 70 例 83 眼。根据患者选择的不同手术方式,分为 GATT 组 38 例 50 眼和 TRAB 组 32 例 33 眼。纳入标准:(1)使用最大耐受量抗青光眼药物治疗后,眼压仍 >24 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),或使用降眼压药物眼压可降至 <21 mmHg 但视野损害仍逐年进展,或由于各种原因无法耐受抗青光眼药物治疗者;(2)房角镜或超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy, UBM)检查提示房角开放者。排除标准:(1)合并其他类型青光眼者;(2)既往接受过抗青光眼手术者。2 个组性别构成比、眼部手术史例数、基线眼压、视神经纤维层厚度比较差异均无统计学意义($\chi^2 = 0.102, 2.617, t = 0.115, Z = -0.060$, 均 $P > 0.05$); GATT 组患者年龄低于 TRAB 组,差异有统计学意义($t = 23.600, P < 0.001$) (表 1)。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经河南省立眼科医院伦理委员会审核批准[批文号:HNEEC-2023(32)],所有患者术前均自愿签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法及术后用药 手术由同一位经验丰

表 1 GATT 组与 TRAB 组基线资料比较
Table 1 Comparison of baseline data between GATT group and TRAB group

组别	例数/眼数	性别构成比(男/女, n) ^a	年龄($\bar{x} \pm s$, 岁) ^b	基线眼压($\bar{x} \pm s$, mmHg) ^b	眼部手术史例数 ^a	术前视神经纤维层厚度 [$M(Q_1, Q_3)$, μm] ^c
GATT 组	38/50	29/9	32.9 ± 13.2	28.59 ± 11.08	16	56(32, 107)
TRAB 组	32/33	25/7	46.6 ± 11.4	24.45 ± 10.05	4	55(37, 102)
$\chi^2/t/Z$ 值		0.102	23.600	0.115	2.617	-0.060
P 值		0.749	<0.001	0.736	0.106	0.952

注:(a: χ^2 检验; b: 独立样本 t 检验; c: Mann-Whitney U 检验) GATT: 房角镜辅助全周小梁切开术; TRAB: 小梁切除术 1 mmHg = 0.133 kPa
Note: (a: χ^2 test; b: Independent samples t -test; c: Mann-Whitney U test) GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy; TRAB: trabeculectomy 1 mmHg = 0.133 kPa

富的术者完成。(1)GATT 手术过程参照文献[6],具体操作过程如下:结膜囊表面麻醉或全身麻醉,颞侧做 2 mm 透明角膜切口,上方或下方角膜辅助切口 0.5 mm,前房内注入粘弹剂;房角镜下使用房角切开刀切开鼻侧小梁网及 Schlemm 管内壁,将 iTrack 激光微导管自角膜辅助切口进入前房,插入 Schlemm 管一端开口,无阻力的情况下推进至另一端开口探出,收紧激光微导管行全周小梁切开;生理盐水冲洗前房,置换出残余粘弹剂;术后给予左氧氟沙星滴眼液和妥布霉素地塞米松滴眼液每天 4 次,连续 2 周,2%毛果芸香碱滴眼液每天 3 次,连续 3 个月。(2)TRAB 手术过程参照文献[7],具体操作过程如下:结膜局部浸润麻醉或全身麻醉,上方置透明角膜牵引线固定眼球,剪开上方球结膜与球筋膜,制作结膜瓣,在上方制作大小约 3 mm×4 mm,1/2 巩膜厚度的巩膜瓣,至透明角膜缘内 1 mm;在结膜囊-巩膜瓣-巩膜床层间放置 0.4 g/L 丝裂霉素 C 棉片,放置时间 4 min,年龄>60 岁或结膜囊薄的患者可缩短丝裂霉素棉片放置时间至 3 min,完全取出棉片后,用生理盐水充分冲洗接触部位,确保棉片无残留;行前房穿刺,切除 2 mm×2 mm 小梁组织,并行周边虹膜切除,缝合巩膜瓣,预置可调节缝线 1 根,缝合结膜瓣,观察前房深度,必要时行前房成形术;术后给予左氧氟沙星滴眼液和妥布霉素地塞米松滴眼液每天 4 次,连续 2 周,1%阿托品眼膏每天 1 次,连续 1 周。

1.2.2 评价指标 术后 1、6、12、18、24 个月随访,记录视力、眼压、裂隙灯显微镜检查结果、降眼压药物使用情况以及术后并发症发生情况等。主要评价指标:最佳矫正视力(以 LogMAR 视力记录)、降眼压药物使用数量及手术成功率。手术成功和失败的评价标准为:完全成功定义为术后在不使用抗青光眼药物的条件下,眼压<21 mmHg;条件成功定义为术后眼压虽未降至 21 mmHg 以下,但较术前眼压降低>20%,或在使用降眼压药物条件下,眼压<21 mmHg;其中,条件成功包含完全成功。手术失败定义为局部应用抗青光眼药物后眼压仍不能控制至 21 mmHg 以下及需要再次行抗青光眼手术者或术后无光感者。手术失败患者视为到达终点(事件发生),其数据在失败时间点用于计算生存概率,后续不再纳入风险集。手术未失败即结束随访的病例(包括失访或虽未失访但无法提供眼压数据),其数据在最后一次有效随访时间点按删失处理。术后 12、24 个月的成功率为截至该时间点的累积生存概率,该值基于所有病例在删失或事件发生前提供的完整随访信息估算得出。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行统计分析。计量资料经 Shapiro-Wilk 检验证实符合正态分布者,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,经 Levene 检验证实方差齐,2 个组基线资料比较采用独立样本 *t* 检验;2 个组手术前后不同时间点眼压总体比较采用线性混合效应模型。不符合正态分布者以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组内术前与术后视力、降眼压药物使用数量比较采用 Wilcoxon 符号秩和检验,组间术后视力、降眼压药物使用数量比较采用 Wilcoxon 秩和检验。计数资料以频数或百分比表示,2 个组性别构成比比较采用 χ^2 检验,2 个组术后并发症发生例数比较采用 Fisher 精确检验。采用 Kaplan-Meier 法计算累积成功率,组间成功率比较采用 Log-rank 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 个组手术前后不同时间点眼压比较

手术前后不同时间点间眼压总体比较,差异有统计学意义($F_{\text{时间}} = 52.336, P < 0.001$),组间眼压总体比较差异无统计学意义($F_{\text{组别}} = 2.443, P = 0.119$)(表 2)。

表 2 GATT 组与 TRAB 组不同时间点眼压比较($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)
Table 2 Comparison of intraocular pressure between GATT group and TRAB group at different time points ($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)

时间	GATT 组		TRAB 组	
	眼数	眼压	眼数	眼压
术前	50	28.59±11.08	33	24.45±10.05
术后 1 个月	50	14.59±5.54	33	11.01±3.76
术后 6 个月	50	14.26±3.93	33	16.09±5.82
术后 12 个月	49	14.44±3.70	32	15.95±4.67
术后 18 个月	46	15.77±6.95	24	16.18±3.89
术后 24 个月	33	15.23±5.98	23	14.93±5.75

注: $F_{\text{组别}} = 2.443, P = 0.119$; $F_{\text{时间}} = 52.336, P < 0.001$; $F_{\text{交互作用}} = 3.631, P = 0.057$ (线性混合效应模型) GATT:房角镜辅助全周小梁切开术;TRAB:小梁切除术 1 mmHg=0.133 kPa

Note: $F_{\text{group}} = 2.443, P = 0.119$; $F_{\text{time}} = 52.336, P < 0.001$; $F_{\text{interaction}} = 3.631, P = 0.057$ (Linear mixed model) GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy; TRAB: trabeculectomy 1 mmHg=0.133 kPa

2.2 2 个组手术前后降眼压药物使用数量比较

GATT 组和 TRAB 组末次随访降眼压药物使用数量均较术前减少,差异均有统计学意义($Z = -5.754, -3.847, \text{均} P < 0.001$);GATT 组与 TRAB 组末次随访用药数量比较差异无统计学意义($Z = -0.777, P = 0.437$)(表 3)。

表 3 GATT 组与 TRAB 组手术前后用药数量比较 $[M(Q_1, Q_3)]$
Table 3 Comparison of the number of medications before and after surgery between GATT group and TRAB group $[M(Q_1, Q_3)]$

组别	眼数	术前用药数量	末次随访用药数量	Z 值	P 值
GATT 组	50	3(2,3)	0(0,1)	-5.754	<0.001
TRAB 组	33	3(2,3)	0(0,0.5)	-3.847	<0.001

注:(Wilcoxon 符号秩和检验) GATT:房角镜辅助全周小梁切开头; TRAB:小梁切除术
 Note: (Wilcoxon signed-rank test) GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy; TRAB: trabeculectomy

2.3 2 个组手术前后最佳矫正视力比较

GATT 组和 TRAB 组术前与术后末次随访最佳矫正视力比较,差异无统计学意义($Z = -0.578, -0.638$, 均 $P > 0.05$)。GATT 组与 TRAB 组末次随访最佳矫正视力比较差异无统计学意义($Z = -0.065, P = 0.948$) (表 4)。

表 4 GATT 组与 TRAB 组手术前后最佳矫正视力比较
 $[(M(Q_1, Q_3), \text{LogMAR})]$
Table 4 Comparison of best corrected visual acuity before and after surgery between GATT group and TRAB group $[M(Q_1, Q_3), \text{LogMAR}]$

组别	眼数	术前最佳矫正视力	术后末次随访最佳矫正视力	Z 值	P 值
GATT 组	50	0.10(0,0.70)	0.10(0,0.40)	-0.578	0.564
TRAB 组	33	0.45(0.10,1.22)	0.35(0.10,1.18)	-0.638	0.524

注:(Wilcoxon 符号秩和检验) GATT:房角镜辅助全周小梁切开头; TRAB:小梁切除术
 Note: (Wilcoxon signed-rank test) GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy; TRAB: trabeculectomy

表 5 GATT 组与 TRAB 组手术条件成功率和完全成功率比较
Table 5 Comparison of qualified and complete success rates of surgery between GATT group and TRAB group

组别	术后 12 个月		术后 24 个月		累积条件成功率 (95% CI, %)	累积完全成功率 (95% CI, %)
	条件成功(n)	完全成功(n)	条件成功(n)	完全成功(n)		
GATT 组	47	30	31	19	96.2(67.5-100.0)	66.7(53.4-80.0)
TRAB 组	31	15	23	12	89.7(78.5-100.0)	43.8(26.6-61.0)
χ^2 值					1.633	3.534
P 值					0.201	0.060

注:(Kaplan-Meier 生存分析, Log-rank 检验) GATT:房角镜辅助全周小梁切开头; TRAB:小梁切除术; CI:置信区间
 Note: (Kaplan-Meier survival analysis, Log-rank test) GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy; TRAB: trabeculectomy; CI: confidence interval

2.4 2 个组手术成功率比较

GATT 组和 TRAB 组累积条件成功率分别为 96.2%和 89.7%,累积完全成功率分别为 66.7%和 43.8%,2 个组累积条件成功率和累积完全成功率比较,差异均无统计学意义($\chi^2 = 1.633, 3.534$, 均 $P > 0.05$) (图 1,表 5)。

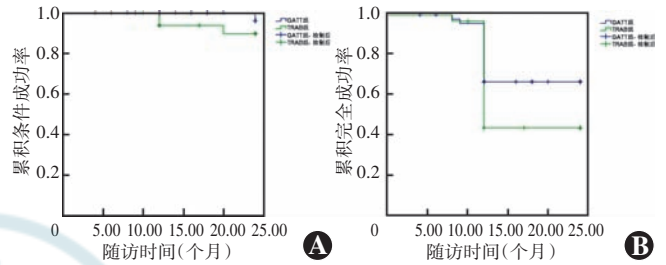


图 1 各组成功率比较 Kaplan-Meier 生存曲线 A:累积条件成功率 B:累积完全成功率 GATT:房角镜辅助全周小梁切开头; TRAB:小梁切除术
Figure 1 Comparison of success rates in different groups by Kaplan-Meier survival curve A: Cumulative conditional success rate B: Cumulative complete success rate GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculectomy; TRAB: trabeculectomy

2.5 2 个组术后并发症比较

GATT 组术后早期均有不同程度的前房积血,其中 98.0%(49/50)为轻度、自限性,术后 4~7 d 内完全吸收,仅有 1 眼(2.0%)出现不能完全吸收的前房积血,行前房冲洗术后无持续进展性出血;9 眼(18%)术后出现一过性眼压升高。TRAB 组术后 3 眼(9.1%)出现 II~III 级浅前房,2 眼(6.1%)出现脉络膜脱离,1 眼(3.0%)发生滤过泡漏,1 眼出现严重的低眼压(<6 mmHg)。TRAB 组 9 眼(27.3%)在术后 1 周~3 个月出现不同程度的滤过泡瘢痕,给予结膜下注射 5 氟尿嘧啶及滤过泡按摩处理,4 眼(12.1%)因滤过泡瘢痕导致手术失败。2 个组均未观察到眼内炎、视网膜脱离、术后无光感等严重并发症(表 6)。

表 6 GATT 组与 TRAB 术后并发症 [n(%)]
Table 6 Postoperative complications in GATT group and TRAB group [n(%)]

时间	术后并发症	GATT 组 (n=50)	TRAB 组 (n=33)
<1 周	严重前房积血	1(2.0%)	0(0.0%)
	浅前房(Ⅱ~Ⅲ级)	0(0.0%)	3(9.1%)
	脉络膜脱离	0(0.0%)	2(6.1%)
	严重低眼压(<6 mmHg)	0(0.0%)	1(3.0%)
	一过性眼压升高	9(18.0%)	0(0.0%)
	滤过泡漏	0(0.0%)	1(3.0%)
1 周-3 个月	滤过泡瘢痕	0(0.0%)	9(27.3%)

注: GATT: 房角镜辅助全周小梁切开术; TRAB: 小梁切除术
1 mmHg=0.133 kPa

Note: GATT: gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy; TRAB: trabeculectomy 1 mmHg=0.133 kPa

3 讨论

开角型青光眼随病情进展及长期药物治疗不良反应的影响,最终可能需要手术干预。TRAB 是主要的手术方式,但术后滤过泡相关并发症,如纤维包裹、滤过通道瘢痕化、薄壁滤过泡等,是导致手术失败的主要原因。GATT 是一种不依赖外滤过泡的抗青光眼手术,可在激光微导管辅助下切开小梁网内壁。该手术早期主要应用于先天性青光眼的治疗,近年来逐渐应用于原发性开角型青光眼和部分继发性开角型青光眼等^[8-9]。有文献报道 GATT 治疗原发性开角型青光眼的短期临床效果^[10-11];但其远期的临床效果以及相比传统 TRAB 的优越性缺乏进一步研究。本研究提供了行 GATT 的中国患者长达 2 年的随访数据,并与传统 TRAB 进行对比,为该术式在中国患者中的应用提供了长期循证依据。

本研究结果显示,2 种术式均能显著降低眼压并减少术后降眼压药物使用,2 个组的累积条件成功率和累积完全成功率比较,差异均无统计学意义,但 GATT 组较 TRAB 组术后并发症发生率更低。这一发现与近年来 MIGS 的临床优势相契合,即通过内引流途径降低眼压,避免滤过泡相关并发症,从而提升手术安全性^[4,6]。

滤过泡依赖性抗青光眼手术依赖于滤过泡周围组织对房水的吸收,通过增加房水排出降低眼压^[12]。TRAB 作为滤过泡依赖性抗青光眼手术的代表术式之一,在过去数十年对原发性开角型青光眼的治疗发挥了重要作用,然而,其相关并发症因影响远期手术成功率而不容忽视。Jampel 等^[13]的一项基于多中心随机临床试验的前瞻性数据分析表明,TRAB 术中并发症

发生率为 12%。常见的并发症是手术期间出现前房出血(8%)和结膜纽扣样穿孔(1%),术后早期并发症发生率为 50%,发生率超过 10%的并发症包括浅前房或无前房(13%)、包裹性滤过泡(12%)、上睑下垂(12%)、浆液性脉络膜脱离(11%)、前房出血或前房积血(10%)。其中,老年患者更易出现浆液性脉络膜脱离、新的前粘连或后粘连以及伤口渗漏。Koike 等^[14]指出滤过泡瘢痕形成导致的手术失败是传统外滤过手术的主要局限性。本研究中,TRAB 术后滤过泡瘢痕发生率较高,而前房积血发生率低,不排除人种差异所致。

GATT 作为 MIGS 的代表性术式,其优势在于全周切开 Schlemm 管内壁,消除了小梁网及 Schlemm 管内壁的阻力;由于原发性开角型青光眼患者约 70% 房水流出阻力来自小梁网及邻管组织,故 GATT 理论上可最大化房水引流效率,较大幅度降低眼压^[15]。本研究 GATT 组术后 24 个月眼压稳定在(15.23 ± 5.98)mmHg,与 Grover 等^[16]报道的术后 2 年眼压(15.2 ± 2.7)mmHg 一致,提示其长期有效性。本研究中,GATT 组患者年龄低于 TRAB 组,经年龄校正后 2 个组间的手术成功率比较差异无统计学意义;但 GATT 组完全成功率更高,可能与其不依赖滤过泡的机制有关。此外,GATT 术中未使用抗代谢药物(如丝裂霉素),可能降低远期角膜内皮损伤风险。GATT 的手术原理决定了其较常见的并发症为前房出血,术后 1 周内影响视力,多数在 5~7 d 吸收,本研究仅 2% (1/50)的患者出现大量前房积血,需行前房冲洗手术治疗。Quan 等^[17]的研究表明,术后前房积血是眼压急剧升高的重要危险因素($HR=4.13, P=0.003$),但不是手术失败的重要危险因素($HR=0.7, P=2.977$)。

眼压急剧升高是 GATT 术后的常见并发症,发生率 30%左右,多在术后 1 周左右出现^[5]。其发生的原因目前尚不明确,但是短期眼压急剧升高对手术的远期效果没有明显影响,经过降眼压药、前房穿刺等有效的对症处理,眼压恢复正常。Quan 等^[17]发现使用非甾体类抗炎药的患者眼压急剧升高风险低于使用糖皮质激素的患者($HR=0.27, P=0.0016$),以及围手术期继续使用降眼压药物可将眼压急剧升高风险降低 2.3 倍($P=0.016$)。接受局部皮质类固醇治疗(与非甾体类抗炎药相比; $HR=5.72, P=0.005$)、切开范围<360°($HR=4.69, P<0.001$)以及年幼儿童的失败风险显著增加。本研究中,眼压急剧升高的发生率为 18.0%(9/50),可能与多数患者术前使用降眼压药物有关。未来进一步研究可探讨年龄、术中切开范围、围

手术期用药等因素对眼压急剧升高发生率及持续时间的影响。本研究中, GATT 术后未出现持续性低眼压(眼压<6 mmHg)、浅前房、前房消失、视力下降等睫状体脱离体征。

此外, TRAB 无需额外耗材, 而 GATT 需要 iTrack 激光微导管引导穿行于 Schlemm 管, 虽有研究者使用 5-0 或 6-0 外科聚丙烯缝线替代^[18], 但切开范围与手术成功率仍待进一步研究。

本研究存在以下局限性: 首先, 本研究采用回顾性设计, 可能引入选择偏倚, 未来需进行前瞻性随机对照试验进一步验证本研究结论。其次, 纳入的样本量较小及随访时间有限, 可能影响结果的统计学效力及长期有效性评估; 未来研究可扩大样本量并延长随访时间。同时, 未来需开展多中心研究, 并纳入更多复杂病例(如晚期青光眼或联合白内障手术者), 以进一步验证 GATT 的适用范围。

综上所述, GATT 治疗原发性开角型青光眼具有长期有效性和安全性, 其完全成功率与传统 TRAB 相当; 对于角膜透明且有微创手术需求及需保留结膜完整性的病例, 如未来可能需要多次抗青光眼手术的年轻患者、既往结膜手术史导致结膜瘢痕化的患者, GATT 可作为传统滤过手术的一种替代方案。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 金鑫: 设计试验、实施研究、采集数据、分析/解释数据、统计分析、起草及修改文章; 李晚霞: 采集数据; 杨潇远: 实施手术、分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅及定稿; 王一玮、张红敏、任静、李海军: 分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导

志谢 感谢河南省人民医院统计学专家裴晓婷的悉心指导与帮助

参考文献

- [1] Jonas JB, Aung T, Bourne RR, et al. Glaucoma[J]. *Lancet*, 2017, 390(10108): 2183-2193. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31469-1.
- [2] Asrani SG, McGlumphy EJ, Al-Aswad LA, et al. The relationship between intraocular pressure and glaucoma: an evolving concept[J]. *Prog Retin Eye Res*, 2024, 103: 101303. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2024.101303.
- [3] Lim R. The surgical management of glaucoma: a review[J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 50(2): 213-231. DOI: 10.1111/ceo.14028.
- [4] 王怀洲, 辛晨, 石砚, 等. 外路微导管辅助的 360 度小梁切开术治疗青少年性开角型青光眼和原发性开角型青光眼的临床对照研究[J]. *眼科*, 2021, 30(1): 20-24. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2021.01.004.
Wang HZ, Xin C, Shi Y, et al. Comparison of the efficacy and safety of ab externo microcatheter-assisted trabeculotomy for juvenile open-angle glaucoma and primary open angle glaucoma[J]. *Ophthalmol Chin*, 2021, 30(1): 20-24. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2021.01.004.
- [5] Wang Y, Wang H, Han Y, et al. Outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in juvenile-onset primary open-angle glaucoma[J]. *Eye (Lond)*, 2021, 35(10): 2848-2854. DOI: 10.

1038/s41433-020-01320-0.

- [6] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国微导管辅助的 360° 小梁切开术专家共识(2017 年)[J]. *中华眼科杂志*, 2017, 53(3): 170-171. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.03.004.
- [7] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 我国复合式小梁切除术操作专家共识(2017 年)[J]. *中华眼科杂志*, 2017, 53(4): 249-251. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.04.004.
- [8] 杨潇远, 王怀洲, 高传文, 等. 微导管引导下小梁切开术治疗儿童青光眼效果观察[J]. *中华实验眼科杂志*, 2019, 37(6): 467-471. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.06.013.
Yang XY, Wang HZ, Gao CW, et al. Clinical observation of microcatheter assisted trabeculotomy on the treatment of childhood glaucoma[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2019, 37(6): 467-471. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.06.013.
- [9] Hopen ML, Gallardo MJ, Grover D. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in a pediatric patient with steroid-induced glaucoma[J/OL]. *J Glaucoma*, 2019, 28(10): e156-e158 [2025-10-25]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31574020/>. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001326.
- [10] Aktas Z, Ucgul AY, Bektas C, et al. Surgical outcomes of prolene gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in patients with moderate to advanced open-angle glaucoma[J]. *J Glaucoma*, 2019, 28(10): 884-888. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001331.
- [11] Cubuk MO, Unsal E. One-year results of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: evaluation of prognostic factors[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(2): 460-468. DOI: 10.1177/1120672120908716.
- [12] 谢琳, 朱小敏. 抗青光眼手术滤过泡依懒性与非依懒性孰优孰劣[J]. *中华眼科杂志*, 2018, 54(11): 806-810. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.11.003.
Xie L, Zhu XM. Which is better for anti-glaucoma surgery, filtering bleb dependence or non-dependence[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2018, 54(11): 806-810. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.11.003.
- [13] Jampel HD, Musch DC, Gillespie BW, et al. Perioperative complications of trabeculectomy in the collaborative initial glaucoma treatment study (CIGTS)[J]. *Am J Ophthalmol*, 2005, 140(1): 16-22. DOI: 10.1016/j.ajo.2005.02.013.
- [14] Koike KJ, Chang PT. Trabeculectomy: a brief history and review of current trends[J]. *Int Ophthalmol Clin*, 2018, 58(3): 117-133. DOI: 10.1097/IIO.0000000000000231.
- [15] 王宁利, 王怀洲. 基于房水流出生理通路的抗青光眼手术分类及其适应证的选择[J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(5): 397-400. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.05.017.
- [16] Grover DS, Smith O, Fellman RL, et al. Gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy for the treatment of primary congenital glaucoma and juvenile open angle glaucoma[J]. *Br J Ophthalmol*, 2015, 99(8): 1092-1096. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2014-306269.
- [17] Quan AV, Chen J, Wang YE, et al. Factors associated with gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) complications and failure in children[J]. *Am J Ophthalmol*, 2022, 241: 168-178. DOI: 10.1016/j.ajo.2022.04.023.
- [18] Mirza E, Mirza GD, Belviranli S, et al. Influence of suture thickness on clinical outcomes in gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: a comparative analysis of 5-0 and 6-0 polypropylene sutures[J]. *Int Ophthalmol*, 2025, 45(1): 311. DOI: 10.1007/s10792-025-03682-4.

(收稿日期: 2025-10-29 修回日期: 2026-05-20)

(本文编辑: 张宇 施晓萌)

