中山大学 中山眼科中心 ZHONGSHAN OPHTHALMIC CENTER, SUN YAT-SEN UNIVERSITY

全文收录于 Lighthouse Scholar

眼科学报

官网：journal.gzzoc.org.cn



doi: 10.12419/25020802
View this article at: https://doi.org/10.12419/25020802

• 病例研究 •

CO_2 激光辅助深层巩膜切除术治疗GATT术后失败的儿童难治性青光眼：病例报告与文献回顾

范罕英，何 宇，荆 琳，曾流芝

(成都市中西医结合医院眼科, 成都 610095)

文章亮点

1. 关键发现

• 报道一例二氧化碳激光辅助深层巩膜切除术 (CO_2 laser-assisted deep sclerectomy surgery, CLASS) 治疗房角镜辅助的内路360°小梁切开术 (gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT) 后失败的儿童难治性青光眼，结合文献复习，全面地了解其眼压升高的原因和儿童难治性青光眼的手术方式选择。

• 儿童 GATT 术后失败行 CLASS 手术有一定特殊性，术前需要评估眼球扩张情况，术中需要注意激光能量的控制防止完全击穿 Schlemm 管外壁。

2. 已知与发现

• 儿童白内障术后青光眼主要危险因素为青光眼家族史、早期白内障手术和未植入人工晶状体，其发生机制尚不明确，可能与白内障手术会干扰儿童小梁网和房水通路正常发育成熟有关，也可能与葡萄膜炎症、后囊膜切开后玻璃体物质进入前房有关。

• 对于儿童难治性青光眼临床上常采用青光眼引流装置植入术或减少房水生成的手术，青光眼引流装置植入术降眼压效果好但是并发症相对较多，而睫状体功能减弱术在儿童存在重复治疗的问题因而应用较少。因此，GATT 治疗后失败的儿童难治性青光眼，再次手术的选择值得思考。

3. 意义与改变

• 本病例采用 CLASS 治疗 GATT 术后眼压失控的儿童难治性青光眼随访取得较好效果，为此类患者的治疗提供了新的思路。

[摘　要]　**目的：**报道一例二氧化碳激光辅助深层巩膜切除术 (CO_2 laser-assisted deep sclerectomy surgery, CLASS) 治疗房角镜辅助的内路 360°小梁切开术 (gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT) 后失败的儿童难治性青光眼，并探讨其眼压升高的原因和儿童难治性青光眼的手术方式选择及最新进展。**方法：**

收稿日期(Received): 2025-03-13; **修订日期(Revised):** 2025-04-02; **接收日期(Accepted):** 2025-08-01

通信作者(Corresponding author): 曾流芝，Email: 676681961@qq.com

基金项目(Foundation item): 成都市卫生健康委员会立项课题 (2020007)。This work was supported by the Project of Chengdu Municipal Health Commission (2020007).

作者贡献声明: 1) 构思设计：曾流芝；2) 行政支持：何宇；3) 提供研究材料：何宇；4) 数据收集与汇总：荆琳；5) 数据分析与解读：范罕英；6) 稿件撰写：范罕英；7) 稿件最终修订与同意：所有作者

Contributions: Conception and design: ZENG Liuzhi; Administrative support: HE Yu; Provision of study materials: HE Yu; Collection and assembly of data: JING Lin; Data analysis and interpretation: FAN Hanying; Manuscript writing: FAN Hanying; Final approval of manuscript: All authors

电子全文

采用病例研究与文献回顾方法，记录一例有青光眼病史的儿童行双眼白内障手术后眼压升高的治疗经过。患儿 3 岁 5 个月，既往有先天性青光眼病史、双眼小梁切除术手术史，本次行双眼白内障手术+人工晶体植入术后双眼先后出现眼压升高，保守治疗无效后双眼先后行 GATT 治疗，术后左眼眼压控制可，右眼术后眼压反跳无法控制，行房角镜检查发现房角大部分开放仅少量虹膜前粘连，遂再行 CLASS 治疗，记录术后眼压变化并检查巩膜池情况。**结果：**术后随访 3 年余，患儿右眼眼压波动在 16~20 mmHg，未出现并发症。术后 2 个月前节光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 及术后 3 年超声生物显微镜检查 (ultrasound biomicroscopy, UBM) 可见巩膜池形成良好。**结论：**伴有青光眼的儿童白内障术后眼压升高发生率高，经 GATT 治疗后眼压仍无法控制，再次手术的选择值得思考。本病例采用 CLASS 治疗 GATT 术后眼压失控的儿童难治性青光眼随访取得较好效果，为此类患者的治疗提供了新的思路。

[关键词] 儿童难治性青光眼；深层巩膜切除术；房角镜辅助小梁切开术；眼压；超声生物显微镜

[中图分类号] R775，R779.63，R779.7 **[文献标志码]** A

引用本文: 范罕英, 何宇, 荆琳, 曾流芝. CO_2 激光辅助深层巩膜切除术治疗 GATT 术后失败的儿童难治性青光眼：病例报告与文献回顾[J]. 眼科学报, 2026, 41(4): 325-332. DOI: 10.12419/25020802.

CO_2 laser-assisted deep sclerectomy for childhood refractory glaucoma following failed GATT surgery: case report and literature review

FAN Hanying, HE Yu, JING Lin, ZENG Liuzhi

(Department of Ophthalmology, Chengdu Integrated TCM & Western Medicine Hospital, Chengdu 610095, China)

Abstract **Objective**: To present a case of refractory pediatric glaucoma that was successfully managed using carbon dioxide laser-assisted deep sclerectomy (CLASS) after gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) failed. Additionally, it seeks to analyze the etiological factors contributing to postoperative intraocular pressure (IOP) elevation and review the current surgical strategies for pediatric refractory glaucoma. **Methods**: This case report details the clinical management of a 3-year-and-5-month-old male child with bilateral congenital glaucoma who had previously undergone trabeculectomy. The patient developed persistent IOP elevation following bilateral cataract surgery with intraocular lens implantation. Conservative treatment methods proved ineffective, leading to sequential GATT procedures. Although the IOP in the left eye stabilized after the GATT procedure, the right eye continued to exhibit refractory hypertension, despite the presence of patent anterior chamber angles on gonioscopy (with only minimal peripheral anterior synechiae observed). Subsequently, a CLASS procedure was performed on the right eye, with systematic monitoring of postoperative IOP changes and assessment of the scleral lake condition. **Results**: Over the 36-month follow-up period, the right eye maintained stable IOP levels (ranging from 16 to 20 mmHg) without any surgical complications or the need for antihypertensive medications. At the 2-month and 3-year postoperative follow-up visits, anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) and ultrasound biomicroscopy (UBM) revealed the presence of a well-formed scleral lake. **Conclusions**: The incidence of elevated IOP following cataract surgery is notably high in pediatric patients with glaucoma. When IOP remains uncontrolled after GATT, the choice of reoperation

warrants careful consideration. In this case, the application of CLASS for refractory pediatric glaucoma with uncontrolled IOP after GATT achieved favorable outcomes, offering a new therapeutic approach for such patients.

Keywords pediatric refractory glaucoma; deep sclerectomy; gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy; intraocular pressure; ultrasound biomicroscopy

Cite this article as: FAN Hanying, HE Yu, JING Lin, ZENG Liuzhi. CO_2 laser-assisted deep sclerectomy for childhood refractory glaucoma following failed GATT surgery：case report and literature review[J]. Yan Ke Xue Bao, 2026, 41(4): 325-332. DOI: 10.12419/25020802.

儿童难治性青光眼的治疗始终是眼科临床面临的重大挑战，尤其对于先天性白内障术后继发性青光眼这一特殊群体。对于常规药物及前房角手术难以控制的病例，青光眼引流装置植入术虽能获得显著降眼压效果，但术后浅前房、引流管暴露、眼内炎等并发症的处理对儿童来说更加困难；而睫状体功能减弱术往往需要重复治疗。近年来，房角镜辅助的内路 360°小梁切开术 (gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT) 因其微创特性被广泛应用于儿童青光眼，当 GATT 手术后眼压失控需要再次手术时，手术方式的选择值得思考。CO_2 激光辅助深层巩膜切除术 (CO_2 laser-assisted sclerectomy surgery, CLASS) 是近年来发展起来的一种不依赖滤过泡的多通路引流的青光眼手术，术中利用 CO_2 激光消融深层巩膜形成巩膜池，并消融 Schlemm 管外壁将房水引流至巩膜层间来吸收[1]。CLASS 在治疗 GATT 及白内障术后的儿童难治性青光眼时，具有一定特殊性。本文报道一例 GATT 术后失败的儿童难治性青光眼，创新性采用二氧化碳激光辅助深层巩膜切除术进行干预，并探讨其眼压升高的原因和儿童难治性青光眼的手术方式选择。

1　病例资料

患儿女性，3 岁 5 个月，因“双眼视力差 2 年”于 2021 年 6 月 2 日收入我科。患儿 2 年余前因“双眼先天性青光眼”行“双眼小梁切除术”，术后眼压控制可，数月后随访先后发现双眼白内障形成。患儿足月顺产，否认青光眼家族史。专科检查：右眼最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 指数/20 cm，左眼 BCVA 0.15；眼压右眼 15 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)，左眼 16 mmHg；右眼下睑内翻睫毛接触角膜，双眼上方球结膜滤过泡低平苍白，下方角膜 Haab 纹，前房深度正常，上方虹膜周切口通畅，晶状体混浊，右眼 C2N0P3 (图 1)，左眼 C1N0P2，玻璃体透明，眼底：右眼模糊，左眼 C/D=0.4，视网膜未见明显异常。辅助检查：眼轴 (右)21.62 mm，(左)21.98 mm。中央角膜厚度：(右)521 μm，(左)490 μm。角膜直径：双眼 13 mm。诊断：双眼并发性白内障，双眼抗青光眼术后，双眼先天性青光眼 (婴幼儿型)，右眼下睑内翻倒睫，双眼屈光不正。

患者于 2021 年 6 月 4 日、2021 年 6 月 9 日先后在全身麻醉下行右眼和左眼白内障超声乳化吸除+人工晶状体植入+后囊膜切开术，右眼加行下睑倒睫矫正术。术后情况：右眼裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA) 0.12，BCVA 0.15，左眼 UCVA 0.15, BCVA 0.2，右眼术后第一天、左眼术后第三天均开始出现眼压升高，逐渐停用糖皮质激素滴眼液，加用卡替洛尔滴眼液滴眼、醋甲唑胺口服、甘露醇静脉滴注，双眼眼压仍高达 30 mmHg 以上。遂于 2021 年 6 月 21 日在全身麻醉下行双眼 GATT，术后使用醋酸泼尼松龙滴眼液、双氯芬酸钠滴眼液、左氧氟沙星滴眼液。术后左眼眼压在第 5 天出现一过性眼压升高，后眼压下降并控制在 14 mmHg 左右。右眼术后第 5 天开始出现眼压升高，停用激素滴眼液，继续使用双氯芬酸钠滴眼液抗炎、毛果芸香碱滴眼液滴缩瞳，加用布林佐胺噻吗洛尔、他氟前列腺素滴眼液，观察 3 个月后右眼眼压仍在 30 mmHg 以上。2021 年 8 月 31 日行房角镜检查示 (Spaeth 房角分类法)：右眼 11:30—12:00 虹膜前粘连阻塞小梁切开口，其余 D40f 1+ptm(虹膜根部附着于睫状体带，

房角宽度为 40°，周边虹膜平坦，小梁网色素 1+)，少量点状周边虹膜前粘连 (peripheral anterior synechiae，PAS)(图 2)；左眼下方 C40f 1+ptm(虹膜根部附着于巩膜突，房角宽度为 40°，周边虹膜平坦，小梁网色素 1+)，其余 D40f 1+ptm(虹膜根部附着于睫状体带，房角宽度为 40°，周边虹膜平坦，小梁网色素 1+)，小梁切开口开放。遂于 2021 年 9 月 26 日在全身麻醉下行右眼 CLASS，巩膜瓣位于颞上方，术后予以妥布霉素滴眼液每日 4 次持续 1 个月、双氯芬酸钠滴眼液每日 4 次持续 1 个月、醋酸泼尼松龙滴眼液每日 4 次并且每周减量 1 次，1 个月后改为氟米龙每日 3 次持续 1 个月，术后 1 周予毛果芸香碱滴眼液缩瞳持续 3 个月。术后第一天右眼眼压 18 mmHg，术后 1 周眼压 14 mmHg，未出现并发症。术后 2 个月行前节 OCT 可见滤过泡存在、巩膜池形成良好 (图 3 和图 4)。随访 3 年余，右眼眼压波动在 16~20 mmHg，

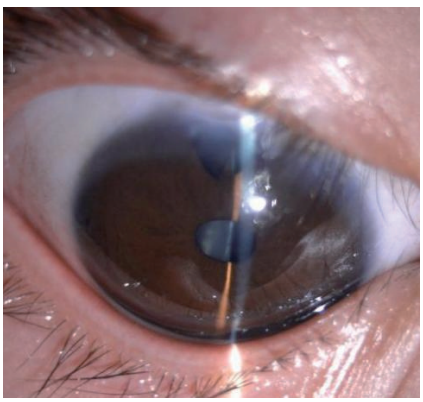


图 1　右眼白内障术前眼前节照相

Figure 1　Anterior segment imaging of the right eye prior to cataract surgery

上方虹膜周切孔通畅，晶状体混浊 C2N0P3。

The superior peripheral iridotomy site remains patent. The lens exhibits cortical opacities grade 2 (C2), nuclear opacities grade 0 (N0), and posterior subcapsular opacities grade 3 (P3).



图 2　右眼 GATT 术后 3 个月房角镜检查结果

Figure 2　Result of right eye ophthalmoscopy 3 months after GATT

11:30—12:00 周边虹膜前粘连阻塞小梁切口，其余 D40f 1+ptm(虹膜根部附着于睫状体带，房角宽度为 40°，周边虹膜平坦，小梁网色素 1+)，少量点状 PAS。

Peripheral anterior synechiae (PAS) obstruct trabeculectomy ostium at 11:30–12:00. Other clock positions: D40f, 1+ trabecular meshwork (TM) pigmentation; iris root at ciliary band; anterior chamber angle 40°; flat peripheral iris; scattered punctate PAS.

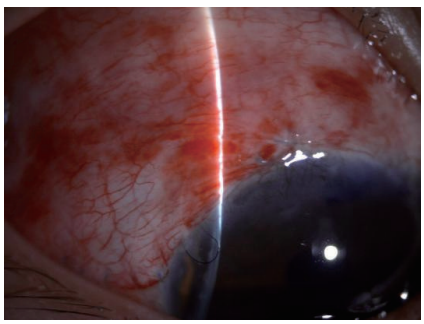


图 3　右眼 CLASS 术后 2 周眼前节照相

Figure 3　Anterior segment imaging of the right eye 2 weeks after CLASS

右眼颞上方滤过泡弥散低平。

The right eye demonstrated a diffusely flattened superotemporal conjunctival follicle.



图 4　右眼 CLASS 术后 3 个月前节 OCT

Figure 4　Anterior segment OCT findings at 3-month follow-up after CLASS in the right eye

右眼颞上方可见滤过泡及巩膜池腔隙，小梁切开口通畅。

The filtration bleb and intrascleral lake were visible above superotemporal part of the right eye, and the trabecular incision was unobstructed.

滤过泡低平，超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscopy, UBM) 检查见巩膜池存在 (图 5)。

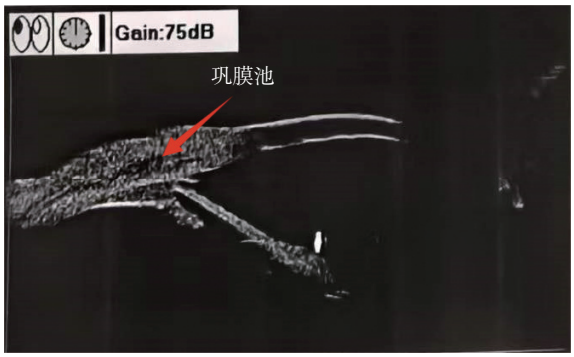


图 5　右眼 CLASS 术后 3 年 UBM

Figure 5　Ultrasound biomicroscopy findings at 3-year follow-up after CLASS in the right eye

右眼颞上方可见巩膜池腔隙。

The intrascleral lake was visible above the superotemporal part of the right eye.

2　讨论

儿童白内障术后高眼压或青光眼的发生率为 6.9%~19%，疑似青光眼的发生率高达 59%[2-3]。儿童白内障术后青光眼主要危险因素为青光眼家族史、早期白内障手术和未植入人工晶体[2-4]，其发生机制尚不明确，可能与白内障手术会干扰儿童小梁网和房水通路正常发育成熟有关，也可能与葡萄膜炎症、后囊膜切开后玻璃体物质进入前房有关。本病例患儿有青光眼病史，白内障术后发生高眼压的概率大大增加。此次白内障手术与青光眼手术间隔 2 年以上，并且植入了人工晶状体，仍未避免双眼术后高眼压的发生。在保守治疗无效的情况下我们采用 GATT 手术进行治疗，该手术多次报道用于传统房角手术失败的先天性青光眼[5-6]。但是本病例右眼 GATT 术后近 3 个月眼压仍高，排除了激素的影响，考虑与 Schlemm 管外壁及集液管阻力增加导致房水引流受阻有关。术者进行了房角镜检查发现除了右眼小梁网切开口有少量点状虹膜前粘连以外其余房角均为开放状态，考虑本病例虹膜前粘连范围较小，可能不足以导致眼压高达用药下 30 mmHg 以上，因此未采用 YAG 激光切开虹膜粘连处进行治疗。此时再次手术无法避免，而手术方式需要仔细考量。

对于儿童难治性青光眼，尤其是其他手术失败或继发性儿童青光眼，临床上常采用青光眼引流装置植入术或减少房水生成的手术[7]。应用较多的青光眼引流阀植入术，其优点在于降眼压幅度大、早期成功率高[8]，多数研究报道儿童青光眼阀植入术 1 年成功率超过 90%[9-11]，但低眼压、浅前房以及引流管相关并发症相对于成人发生率更高[7,12-13]，远期成功率下降至 60% 左右[9-11]、再次手术率高，并且儿童年龄越小手术失败的可能性越大[10,14]。各种新型引流器如 PRESERFLO 青光眼引流器、XEN 凝胶支架等具有体积小、植入简单快捷、可多次植入[15-16]等优点，但也存在低眼压、脉络膜脱离的风险[17]，并且可能需要在结膜下注射抗瘢痕药物或滤过泡针拨维持滤过泡功能。青光眼睫状体手术从最初的破坏性手术逐渐发展为微创手术，降眼压原理也从减少睫状体房水生成，到同时增加葡萄膜巩膜及小梁网途径房水引流[18-19]的多种途径降眼压。这类手术降眼压效果确切、并发症少[20]，但由于睫状体光凝或超声的范围不好精确控制，可能需要反复手术[21]或治疗过度造成低眼压、眼球萎缩等并发症[22-23]，可以作为滤过手术失败的儿童青光眼的手术选择，也可以作为暂时降低眼压的措施。本病例患儿年龄较小、增生能力强，外引流的青光眼引流装置植入术容易瘢痕化导致失败，而睫状体手术存在反复操作可能且眼压维持时间不确切。

为了保障青光眼儿童的全生命周期的有用视功能，学者们一直在不懈探索能够长期有效治疗儿童难治性青光眼的手术方法。近年来发展起来的 CO_2 激光辅助深层巩膜切除术是一种多通路降眼压的手术方式，该手术适用于开角型青光眼，其原理是利用 CO_2 激光消融切除深层巩膜及 Schlemm 管外壁，使房水可以通过结膜下、巩膜层间、脉络膜上腔、Schlemm 管引流从而降低眼压，而不依赖滤过泡。相比于传统小梁切除术，CLASS 具有相同的手术成功率同时术后低眼压、浅前房、脉络膜脱离等并发症明显降低[24]，并且术后 5 年成功率较稳定[25]。在儿童青光眼的应用中，Yuan 等[26]曾报道采用 CLASS 联合小梁切除术治疗双眼 Peters' 异常相关性青光眼，其中一只眼的眼压得到了控制，Zhang 等[27]也报道采用同样的手术方式治疗继发于 Weill-Marchesani 综合征的闭角型儿童难治性青光眼并取得成功，而 CLASS 用于 GATT 术后眼压失控的儿童难治性青

光眼的案例鲜有报道。

常规 CLASS 手术将 Schlemm 管外壁打开而保留菲薄的剩余后弹力层-小梁网膜 (trabecular-descemet membrane，TDM)，为非穿透性手术，而本病例既往行 GATT 手术已将 Schlemm 管内壁及小梁网切开，再行常规深层巩膜切除术可能让 Schlemm 管外壁穿透容易造成术中眼压骤降以及术后早期滤过过强。但是 CO_2 激光能量遇水则被吸收的特性可以使 CLASS 手术精确地切除巩膜组织，又使滤过膜足够薄而不完全穿透[28]。因此对于此类 GATT 术后的 CLASS 手术操作时需要注意激光能量的控制，逐渐消融 Schlemm 管外壁直到房水缓缓渗出，将巩膜及 Schlemm 管外壁部分穿透，便不会造成术中眼压骤降，降低术后出现低眼压 (≤5 mmHg)、脉络膜脱离等并发症的可能性。对于儿童青光眼术前还需要评估患儿眼球扩张情况，如果眼球壁太薄术中激光容易击穿巩膜，或术中形成的巩膜池太浅术后容易发生塌陷影响眼压控制效果。术后随访发现患儿滤过泡逐渐低平，眼压仍可以长期控制，是因为 CLASS 手术不依赖滤过泡，远期降眼压以巩膜池和脉络膜上腔的内引流为主。CLASS 手术常见并发症之一为周边虹膜前粘连于 TDM，导致房水流出受阻继而引起眼压升高，而本病例没有出现周边虹膜前粘连于激光消融处 Schlemm 管腔，我们考虑是由于白内障术后前房较深、房角较宽可能避免了周边虹膜前粘连的发生。

伴有青光眼的儿童白内障术后眼压失控发生率高，应得到足够重视，术前需加强沟通。目前 GATT 手术治疗先天性青光眼已经得到广泛应用，但对于 GATT 手术后眼压失控需要再次手术时，手术方式值得思考和探讨。本病例采用 CLASS 治疗 GATT 术后眼压失控的儿童难治性青光眼并随访 3 年取得较好效果，提示在严格把握手术指征及精细操作的前提下，CLASS 可能成为儿童难治性青光眼阶梯治疗中的重要补充，为此类患者的治疗提供新的思路，但还需要更多的病例进行高质量临床研究评估手术疗效和安全性。

声明

本文所有内容均为作者独立原创完成，未借助任何生成式人工智能工具参与创作，内容的真实性、完整性由作者负责。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议 (Creative Commons)，允许第三方用户按照署名 (BY)-非商业性使用 (NC)-禁止演绎 (ND)(CC BY-NC-ND) 的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。

参考文献

1. Yan X, Zhang H, Li F, et al. Surgical site characteristics after CLASS followed by ultrasound biomicroscopy and clinical grading scale: a 2-year follow-up[J]. Eye, 2021, 35(8): 2283-2293. DOI: 10.1038/s41433-020-01235-w.
2. Egbert JE, Christiansen SP, Wright MM, et al. The natural history of glaucoma and ocular hypertension after pediatric cataract surgery[J]. J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus, 2006, 10(1): 54-57. DOI: 10.1016/j.jaapos.2005.07.002.
3. Freedman SF, Kraker RT, Repka MX, et al. Incidence and management of glaucoma or glaucoma suspect in the first year after pediatric lensectomy[J]. JAMA Ophthalmol, 2020, 138(1): 71-75. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2019.4571.
4. Wang J, Chen J, Chen W, et al. Incidence of and risk factors for suspected glaucoma and glaucoma after congenital and infantile cataract surgery: a longitudinal study in China[J]. J Glaucoma, 2020, 29(1): 46-52. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001398.
5. Al Habash A, Otaif W, Edward DP, et al. Surgical outcomes of microcatheter-assisted trabeculotomy as a secondary procedure in patients with primary congenital glaucoma[J]. Middle East Afr J Ophthalmol, 2020, 27(3): 145-149. DOI: 10.4103/meajo.MEAJO_317_20.
6. 王怀洲, 李猛, 胡曼, 等. 微导管引导的小梁切开术治疗多次手术失败的儿童青光眼的疗效观察[J]. 中华眼科杂志, 2017, 53(3): 203-206. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.03.011.
Wang HZ, Li M, Hu M, et al. Clinical observation on the treatment of untreatable childhood glaucoma with microcatheter-assisted

trabeculotomy[J]. Chin J Ophthalmol, 2017, 53(3): 203-206. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.03.011.

7. Aktas Z, Gulpinar Ikiz GD. Current surgical techniques for the management of pediatric glaucoma: a literature review[J]. Front Ophthalmol, 2023, 3: 1101281. DOI: 10.3389/fopht.2023.1101281.
8. Elhusseiny AM, VanderVeen DK. Outcomes of glaucoma drainage devices in childhood glaucoma[J]. Semin Ophthalmol, 2020, 35(3): 194-204. DOI: 10.1080/08820538.2020.1781906.
9. Razeghinejad MR, Kaffashan S, Nowroozzadeh MH. Results of Ahmed glaucoma valve implantation in primary congenital glaucoma[J]. J AAPOS, 2014, 18(6): 590-595. DOI: 10.1016/j.jaapos.2014.08.008.
10. Mofti A, Alharbi A, Alsuhaibani M, et al. Long-term outcomes of the Ahmed glaucoma valve surgery in childhood glaucoma[J]. J AAPOS, 2020, 24(6): 346. e1-346. e8. DOI: 10.1016/j.jaapos.2020.06.014.
11. Pakravan M, Esfandiari H, Yazdani S, et al. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in pediatric glaucoma[J]. Eur J Ophthalmol, 2019, 29(1): 44-51. DOI: 10.1177/1120672118761332.
12. Fu X, He J, Li G, et al. Ahmed glaucoma valve implant for refractory glaucoma in children: a systematic review and meta-analysis[J]. Sci Prog, 2025, 108(1): 00368504241301520. DOI: 10.1177/00368504241301520.
13. Glaser TS, Meekins LC, Freedman SF. Outcomes and lessons learned from two decades' experience with glaucoma drainage device implantation for refractory Sturge Weber–associated childhood glaucoma[J]. J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus, 2021, 25(6): 332. e1-332. e6. DOI: 10.1016/j.jaapos.2021.05.019.
14. Krejcírová I, Autrata R, Rehůrek J. Drainage implants in surgical management of pediatric glaucoma[J]. Cesk Slov Oftalmol, 2009, 65(3): 79-86.
15. Smith OU, Grover DS, Emanuel ME, et al. XEN gel stent in pediatric glaucoma[J]. J Glaucoma, 2020, 29(4): e19-e22. DOI: 10.1097/ijg.0000000000001453.
16. Ruparelia S, Berco E, Lichtinger A, et al. Multiple XEN gel stents for refractory pediatric glaucoma[J]. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 2022, 59(1): e11-e14. DOI: 10.3928/01913913-20211101-03.
17. Brandt JD. Use of a novel microshunt in refractory childhood glaucoma: initial experience in a compassionate use/early access cohort[J]. Am J Ophthalmol, 2022, 239: 223-229. DOI: 10.1016/j.ajo.2022.03.021.
18. 凌绮莹, 贾旭, 聂芬, 等. 微脉冲经巩膜激光治疗青光眼的应用进展[J]. 中华眼科杂志, 2024, 60(12): 1022-1030. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20240131-00060.
    Ling QY, Jia X, Nie F, et al. Application progress of micropulse wave transscleral laser treatment in glaucoma[J]. Chin J Ophthalmol, 2024, 60(12): 1022-1030. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20240131-00060.
19. 潘英姿, 方圆. 青光眼外路睫状体手术: 从破坏性手术到微创手术[J]. 中华眼科杂志, 2024, 60(5): 403-407. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20231210-00279.
    Pan YZ, Fang Y. Transscleral ciliary surgery in glaucoma: from destructive surgery to minimally invasive surgery [J]. Chin J Ophthalmol, 2024, 60(5): 403-407. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20231210-00279.
20. Wang B, Wallace RT, Musser JA, et al. Micropulse cyclophotocoagulation compared to continuous wave cyclophotocoagulation for the management of refractory pediatric glaucoma[J]. PLoS One, 2024, 19(1): e0291247. DOI: 10.1371/journal.pone.0291247.
21. Seixas RCS, Russ HHA, Maestrini HA, et al. Slow coagulation versus micropulse transscleral cyclophotocoagulation for refractory childhood glaucoma[J]. Eur J Ophthalmol, 2024, 34(6): 1932-1940. DOI: 10.1177/11206721241236920.
22. Souissi S, Le Mer Y, Metge F, et al. An update on continuous-wave cyclophotocoagulation (CW-CPC) and micropulse transscleral laser treatment (MP-TLT) for adult and paediatric refractory glaucoma[J]. Acta Ophthalmol, 2021, 99(5): e621-e653. DOI: 10.1111/aos.14661.
23. Abdelrahman AM, El Sayed YM. Micropulse versus continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in refractory pediatric glaucoma[J]. J Glaucoma, 2018, 27(10): 900-905. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001053.
24. Zhang Y, Mao J, Zhou Q, et al. Comparison of long-term effects after modified CO_2 laser-assisted deep sclerectomy and conventional trabeculectomy in Chinese primary open-angle glaucoma[J]. Ophthalmol Ther, 2022, 11(1): 321-331. DOI: 10.1007/s40123-021-00413-7.
25. Geffen N, Mimouni M, Sherwood M, et al. Mid-term clinical results of CO_2 laser-assisted sclerectomy surgery (CLASS) for open-angle glaucoma treatment[J]. J Glaucoma, 2016, 25(12): 946-951. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000437.
26. Yuan MZ, Chen H, Cao D, et al. CO_2 laser-assisted sclerectomy

surgery and trabeculectomy combination therapy in Peters' anomaly-related glaucoma: a case report[J]. Int J Ophthalmol, 2022, 15(4): 666-668. DOI: 10.18240/ijo.2022.04.22.

27. Zhang Y, Bian AL, Liang AY, et al. A case of refractory childhood glaucoma secondary to Weill-marchesani syndrome: management with combined CO_2 laser-assisted sclerectomy surgery and trabeculectomy[J]. Chin Med Sci J, 2022, 37(2): 159-163. DOI: 10.24920/003956.

28. 陈田翼, 党光福, 杨骁. 二氧化碳激光辅助的深层巩膜切开术治疗青光眼的临床研究进展[J]. 国际眼科纵览, 2021, 45(4): 290-295. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-5803.2021.04.004.
Chen TY, Dang GF, Yang X. Clinical research progress of CO_2 laser assisted deep sclerectomy [J]. Int Rev Ophthalmol, 2021, 45(4): 290-295. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-5803.2021.04.004.

(责任编委: 陈子东; 编辑: 殷秋霞)