

房角镜辅助下内路 360°小梁切开术治疗玻璃体切除术后继发性高眼压

曾召君¹, 卢嵩杰¹, 何宇², 曾流芝², 荆林², 范罕英²

引用: 曾召君, 卢嵩杰, 何宇, 等. 房角镜辅助下内路 360°小梁切开术治疗玻璃体切除术后继发性高眼压. 国际眼科杂志 2023; 23(9):1581-1584

基金项目: 四川省科技厅重点研发项目 (No.2021YFS0219)
作者单位: ¹(610035) 中国四川省成都市, 成都中医药大学眼科学院; ²(610041) 中国四川省成都市第一人民医院眼科
作者简介: 曾召君, 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 青光眼、白内障。
通讯作者: 何宇, 女, 博士, 副主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 青光眼、白内障、神经眼科. 306244843@qq.com
收稿日期: 2023-04-11 修回日期: 2023-08-04

摘要

目的: 探讨房角镜辅助下内路 360°小梁切开术 (GATT) 治疗玻璃体切除术后继发性高眼压的临床疗效。

方法: 回顾性研究。纳入 2019-01/2022-05 在成都市第一人民医院眼科行 GATT 治疗的玻璃体切除术后继发性高眼压患者 10 例 15 眼。记录术前、术后 1d, 1wk, 1, 3, 6mo 最佳矫正视力 (BCVA)、眼压、使用的降眼压药物数量及术中、术后并发症, 并分析手术成功率。

结果: 术前和术后 6mo 时 BCVA 比较无差异 ($Z = 0, P = 1$)。术后 1d, 1wk, 1, 3, 6mo 平均眼压 $17.47 \pm 3.78, 18.8 \pm 3.29, 19.13 \pm 3.62, 20.31 \pm 3.66, 18.03 \pm 3.23$ mmHg 较术前 (28.33 ± 9.48 mmHg) 降低 (均 $P < 0.05$); 术后 6mo 平均用药 1 (0, 2) 种, 较术前 [2 (2, 4) 种] 显著下降 ($P < 0.001$); 术后 1d, 1wk, 1, 3, 6mo 手术总成功率分别为 87% (13 眼)、93% (14 眼)、87% (13 眼)、73% (11 眼)、93% (14 眼); 术后主要并发症为短暂性前房积血 (10 眼, 67%), 一过性眼压升高 (5 眼, 33%), 未发生其他严重影响视力的并发症。

结论: GATT 治疗玻璃体切除术后继发性高眼压安全有效。

关键词: 房角镜辅助下内路 360°小梁切开术; 玻璃体切除术; 高眼压; 继发性青光眼

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.9.32

Gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy for secondary high intraocular pressure after vitrectomy

Zhao-Jun Zeng¹, Song-Jie Lu¹, Yu He², Liu-Zhi Zeng², Lin Jing², Han-Ying Fan²

Foundation item: Major Research and Development Project of Sichuan Provincial Science and Technology Department (No. 2021YFS0219)

¹School of Ophthalmology, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610035, Sichuan Province, China; ²Department of Ophthalmology, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Correspondence to: Yu He. Department of Ophthalmology, Chengdu First People's Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China. 306244843@qq.com

Received: 2023-04-11 Accepted: 2023-08-04

Abstract

• **AIM:** To investigate the clinical efficacy of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) for secondary high intraocular pressure after vitrectomy.

• **METHODS:** A retrospective study was conducted on 10 patients (15 eyes) with secondary high intraocular pressure (IOP) after vitrectomy treated with GATT in Department of Ophthalmology, Chengdu First People's Hospital from January 2019 to May 2022. The best-corrected visual acuity (BCVA), IOP, number of IOP-lowering drugs, and complications before operation and at 1d, 1wk, 1, 3 and 6mo after operation were recorded, and the surgical success rate was analyzed.

• **RESULTS:** There was no difference in BCVA before and 6mo after operation ($Z = 0, P = 1$). The mean IOP decreased from 28.33 ± 9.48 mmHg to 17.47 ± 3.78 (1d), 18.8 ± 3.29 (1wk), 19.13 ± 3.62 (1mo), 20.31 ± 3.66 (3mo) and 18.03 ± 3.23 mmHg (6mo; all $P < 0.05$). The average medication used before surgery was 2 (2, 4), and the average medication used 6mo after surgery was 1 (0, 2), which was significantly decreased ($P < 0.001$). The total success rate of surgery at 1d, 1wk, 1, 3 and 6mo after surgery was 87% (13 eyes), 93% (14 eyes), 87% (13 eyes), 73% (11 eyes) and 93% (14 eyes) respectively. The main postoperative complications were transient hyphema (10 eyes, 67%) and transient elevated IOP (5 eyes, 33%). No complications seriously affecting the vision occurred.

• **CONCLUSION:** GATT is safe and effective in the treatment of secondary high intraocular pressure after vitrectomy.

• **KEYWORDS:** gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy; vitrectomy; high intraocular pressure; secondary glaucoma

Citation: Zeng ZJ, Lu SJ, He Y, et al. Gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy for secondary high intraocular pressure after vitrectomy. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(9): 1581-1584

0 引言

玻璃体切除术后高眼压为玻璃体切除术后常见临床并发症,发生率为20%~60%^[1],其中大多为一过性,经过对症治疗和或联合降眼压药物治疗后即可缓解,但仍有部分患者表现为持续性高眼压,15%~20%有发生开角型青光眼的风险^[2],这些患者多需进一步手术治疗。目前治疗玻璃体切除术后高眼压常用的手术方式为复合小梁切除术、眼内引流物植入术、经巩膜睫状体光凝术、选择性激光小梁成形术等^[3],由于玻璃体切除术后部分患者结膜伤口瘢痕化,常规滤过性手术控制眼压效果欠佳^[4];另外对于玻璃体切除术后硅油取出后填充了水的患者,在常规滤过性手术后易出现低眼压及相关并发症。房角镜辅助下内路360°小梁切开术(gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, GATT)是2014年Grover等^[5]报道的一种保留结膜的内路小梁切开术,旨在开放房水生理循环通道,主要用于开角型青光眼患者。目前国内还没有关于GATT手术应用于玻璃体切除术后高眼压治疗的临床报告,本研究回顾性分析玻璃体切除术后继发性高眼压行GATT治疗的患者资料,现报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。纳入2019-01/2022-05在成都市第一人民医院眼科行GATT治疗的玻璃体切除术后继发性高眼压患者10例15眼。纳入标准:(1)玻璃体切除术后硅油取出术后1mo以上;(2)使用2种或2种以上抗青光眼药物眼压仍>21mmHg;(3)GATT术后随访时间≥6mo。排除标准:(1)原发性高眼压或青光眼;(2)硅油异位引起瞳孔阻滞或房角阻塞等继发性青光眼;(3)房角有广泛黏连关闭的继发性闭角型青光眼;(4)术后早期炎症反应。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,经成都市第一人民医院伦理委员会批准,患者及其家属签署手术知情同意书。

1.2 方法 所有患者术前均常规行裂隙灯、眼底镜、房角镜、超声生物显微镜(UBM)、眼底照相、视野及视神经OCTA+OCT检查;利用非接触眼压计测量眼压,如非接触眼压计无法测量的患者采用回弹式眼压计测量眼压,记录三个连续的眼压测量值,并计算平均值用于分析。所有患者手术均由同一主任医师完成。行丙美卡因表面麻醉,颞上做1.8mm透明角膜切口,稀释卡巴胆碱注射液前房内注射,缩瞳,林格氏液冲洗前房内残留的硅油滴(图1),注入黏弹剂支撑前房,距离主切口约90°做两个透明角膜辅助穿刺口,将微导管(头端经辅助切口插入前房,在房角镜直视下,利用Zeng小梁切开刀切开鼻下小梁网约2mm(图2),黏弹剂推压切开口,防止出血。用眼内镊夹取微导管头端插入Schlemm管切开口,逆时针缓慢推送(图3),每行进一个钟点位助手旋转推注杆一次向Schlemm推注黏弹剂。观察导管头端闪烁光,示踪微导管行进方位,待头端自切开口另一端穿出后,缓缓牵拉头尾两端,360°全周切开小梁网;若遇管内阻塞不能全周穿行,范围<180°,反向穿行,行全周切开,或两个方向次全切至范围接近360°。冲洗前房内黏弹剂及回血后水密角膜切口,妥布霉素地塞米松眼膏涂眼,术毕。术后均常规给予妥布霉素地塞米松眼液,或醋酸泼尼松眼液加抗生素眼液、双氯芬酸钠滴眼液、玻璃酸钠滴眼液至术后2wk,前房无活动性出血后使用硝酸毛果芸香碱眼液滴眼缩瞳。

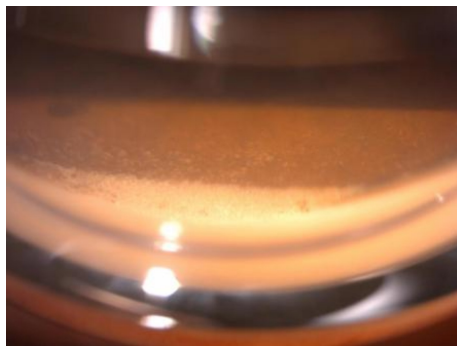


图1 前房角镜下见房角大量残留硅油滴。

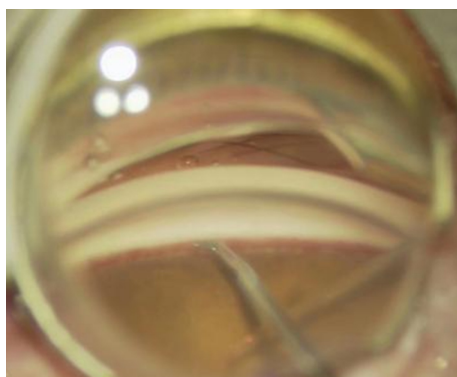


图2 利用Zeng小梁切开刀行鼻下小梁网开窗。



图3 利用眼内镊将微导管向Schlemm管内推送。

观察指标:记录术前,术后1d,1wk,1、3、6mo时的最佳矫正视力(BCVA)、眼压、使用的降眼压药物数量及术中、术后并发症。前房积血按照出血量分为:少量(<1/3前房)、中等(1/3~1/2前房)和大量(>1/2前房)。

手术疗效评价标准:完全成功:眼压<21mmHg,未使用抗青光眼药物。条件成功:应用2种及以下抗青光眼药物,眼压在21mmHg以下。手术失败:需2种以上抗青光眼药物治疗,眼压仍>21mmHg;需再次行抗青光眼手术。眼压下降率=(术前眼压平均值-术后眼压平均值)/术前眼压平均值×100%。手术总成功率=(完全成功眼数+条件成功眼数)/总眼数×100%;完全成功率=完全成功眼数/总眼数×100%;条件成功率=条件成功眼数/总眼数×100%。

统计学分析:采用SPSS 25.0软件进行数据统计学分析,符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示;重复测量数据采用重复测量资料的方差分析,进一步两两比较采用LSD-t检验;非正态分布的计量资料采用M(P_{25}, P_{75})描述,采用Wilcoxon秩和检验;计数资料采用眼(%)描述,使用 χ^2 检验;等级资料比较采用两个相关样

本的 Wilcoxon 符号秩和检验;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入患者一般资料 本研究共纳入行 GATT 治疗的玻璃体切除术后继发性高眼压患者 10 例 15 眼,其中男 6 例 9 眼,女 4 例 6 眼;平均年龄 42.11 ± 13.59 岁。15 眼角镜检查中 12 眼角开放、2 眼可见小于 90° 的周边房角虹膜前黏连、1 眼角狭窄。既往行小梁切除术 5 眼 (33%), CO_2 激光辅助深层巩膜切除术 2 眼 (13%), 人工晶体植入术 7 眼 (46%)。

2.2 手术前后 BCVA 比较 纳入 15 眼中术前 BCVA 无光感 1 眼、光感 1 眼、手动 3 眼、指数 2 眼、 $0.02 \sim 0.1$ 和 > 0.1 各 4 眼。术后 6mo BCVA 无光感 1 眼、光感 2 眼、指数 4 眼、 $0.02 \sim 0.1$ 和 > 0.1 各 4 眼。12 眼 (80%) BCVA 不变, 2 眼 (13%) BCVA 由术前手动/眼前提高至术后指数, 1 眼 (7%) BCVA 由术前的手动/眼前降为术后的光感。术前和术后 6mo 时 BCVA 比较, 差异无统计学意义 ($Z = 0, P = 1$)。

2.3 手术前后眼压及降眼压药物使用情况比较 纳入患者手术前后眼压比较差异具有统计学意义 ($F = 10.473, P < 0.05$), 进一步两两比较结果显示患者在术后不同随访时间点的眼压均较术前显著下降, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1; 所有患者术后末次随访使用降眼压药物数量平均用药 1 (0, 2) 种, 明显低于术前用药数量 2 (2, 4) 种, 差异具有统计学意义 ($Z = -3.236, P < 0.001$)。

2.4 手术成功率比较 术后 6mo, 4 眼 (27%) 手术完全成功, 10 眼 (67%) 手术条件成功, 手术总成功率为 93%, 见表 1; 术后 1mo 与术后 6mo 手术总成功率比较差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.333, P = 0.564$)。

2.5 术中和术后并发症比较 术后 1wk 中 10 眼出现前房积血 (67%), 其中 8 眼出现少量前房积血, 2 眼出现中等前房积血, 均在 1wk 内自行消退; 术后 1mo 内 5 眼 (33%) 出现一过性高眼压, 其中 1 眼于术后第 10d 出现, 最高达 55mmHg, 予以前房穿刺放液, 口服乙酰唑胺片、降眼压眼液治疗 2~3d 后, 眼压恢复到正常范围, 术后 6mo 随访在未使用抗青光眼药物情况下眼压 < 21 mmHg; 1 眼既往有脉络膜脱离病史的患者, 术后 1wk 发生低眼压、眼底再次发生局部的脉络膜脱离, 予以扩瞳、局部及全身激素治疗后, 脉络膜脱离完全恢复, 末次随访时, 应用 1 种抗青光眼药物情况下眼压 < 21 mmHg; 其余患者在随访 6mo 期间均无长期并发症存在。所有患者皆未出现玻璃体腔积血、脉络膜上腔出血、眼内炎、后弹力层脱离等严重并发症, 未再次接受其他抗青光眼手术。

3 讨论

玻璃体切除术成功后长期慢性持续性的高眼压是导致“不明原因”视力丧失的主要原因之一, 持续性眼压的升高造成视功能损害进行性加重。据报道, 单纯玻璃体切除术后继发青光眼发生率为 19%~39%^[5-6], 常见原因包括: 硅油填充过多或硅油导致瞳孔阻滞、玻璃体切除手术本身的机械刺激导致眼部微血管的通透性增加, 渗出的炎性细胞沉积于小梁网并破坏血-房水屏障; 氧化因子刺激损伤小梁网细胞^[7] 造成小梁网的炎症、纤维瘢痕, 眼底缺血导致房角新生血管形成; 乳化的硅油或硅油滴或被巨噬细胞所吞噬的硅油滴阻塞小梁网和 Schlemm 管及其下游通道, 以及长期使用激素类药物等均可使眼压升高, 进而发展为青光眼^[8-10]; Chang^[8] 推测青光眼发生的主要原因是玻璃体切除术后氧气从玻璃体腔扩散到前房, 穿过小梁网时引起氧化应激, 导致房水外流阻力增加, 从而导致眼压升高^[11-12]。

对于玻璃体切除术后继发性高眼压, 通常经过前房穿刺等对症治疗和/或联合降眼压药物治疗后即可得到一定控制, 也可以用选择性激光小梁成形术治疗。若药物治疗和激光治疗都无法充分控制眼压, 则需要针对病因进行手术治疗, 如小梁切除术、睫状光凝术、引流装置植入术等^[13], 然而玻璃体切除术后继发青光眼的病因复杂, 且多次手术对球结膜破坏较大, 属于难治性青光眼范畴。传统的小梁切除术常难以取得较好的手术效果, 且容易出现早期浅前房、低眼压等手术并发症; 术后结膜瘢痕化形成是滤过性手术失败的主要危险因素^[14]。睫状体光凝术属于破坏性手术, 易引视力减弱、眼球萎缩等并发症。Errico 等^[15] 报道青光引流阀植入术较传统小梁切除术相比, 对于硅油填充术后继发性青光眼的治疗效果要好, 但引流管容易引起硅油游离入结膜下, 引发炎症反应; 另一方面, 残留的非乳化或乳化硅油可以经引流管进入引流盘周围, 刺激引流盘周围纤维增殖, 致滤过泡纤维包裹^[4], 从而导致手术失败。

近 10a 来, 以 GATT 为代表的微创青光眼手术逐渐成为当下抗青光眼手术的研究热点。GATT 是一种改良的小梁切开术在房角镜辅助下将微导管或缝线环穿 Schlemm 管后, 利用其张力切开小梁网及 Schlemm 管内壁, 实现房水从前房直接进入集液管, 避免小梁网阻力, 从而降低眼压。GATT 可有效降低原发性开角型青光眼、青少年开角型青光眼、继发性开角型青光眼、以及其他手术失败后的开角型青光眼的药物负担和眼压, 逐渐成为开角型青光眼的首选手术^[16]。玻璃体切除术后患者结膜伤口瘢痕化, GATT 优势在于不破坏结膜的情况下直接进入

表 1 纳入患者手术前后各项指标比较

指标	术前	术后 1d	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
眼压 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)	28.33±9.48	17.47±3.78	18.8±3.29	19.13±3.62	20.31±3.66	18.03±3.23
眼压下降率 (%)		38	34	32	29	36
完全成功率 (眼, %)		7 (47)	8 (53)	5 (33)	4 (27)	4 (27)
条件成功率 (眼, %)		6 (40)	6 (40)	8 (53)	7 (47)	10 (67)
总成功率 (眼, %)		13 (87)	14 (93)	13 (87)	11 (73)	14 (93)
用药数量 [$M(P_{25}, P_{75})$, 种]	2 (2, 4)	1 (0, 2)	0 (0, 2)	1 (0, 2)	1 (0, 2)	1 (0, 2)

前房行 360°全周小梁切开,术后不依赖滤过泡,不存在结膜瘢痕。Quan 等^[6]在 GATT 治疗玻璃体切除术后继发性开角型青光眼的临床报告中回顾性评估了 8 例患者的结果,术后随访过程中所有患者的眼压至少降低了 50%;术前降低眼压药物的平均数量为 4.8±0.9 种,术后为 1.6±1.4 种($P<0.001$)。除了术后 1mo 短暂的眼压升高和前房积血外,无其他长期并发症,且所有出血均在手术后 1mo 消退。

本研究共观察 10 例 15 眼玻璃体切除术后继发性高眼压患者,其中 12 眼(80%)术后 6mo BCVA 不变,术后 6mo 与术前 BCVA 比较无统计学差异($P>0.05$)。术前平均眼压 28.33±9.48mmHg,术后 1d,1wk,1,3,6mo 平均眼压下降率分别是 38%、34%、32%、29%、36%;手术总成功率分别为 87%、93%、87%、73%、93%;术后各时间点眼压均较术前明显下降($P<0.05$),与 Quan 等^[6]研究结果相近。术后 6mo 降眼压药物使用数量从术前 2(2,4)种降为术后 6mo 1(0,2)种,明显低于术前($Z = -3.236, P < 0.001$),且随访期间均未再次接受其他抗青光眼手术。综上所述,GATT 是玻璃体切除术后继发性高眼压的有效治疗方式。Aktas 等^[17]在关于 Schlemm 管中硅油滴的存在对于玻璃体切除术后继发性青光眼的发展研究中指出,由于乳化液滴引起的小梁网功能障碍或阻塞 Schlemm 管,引起继发性青光眼,对于此类房角是开放的病例,GATT 手术可能是最安全有效的手术方式。在本研究 10 例患者 15 眼角镜检查中 12 眼角膜开放、2 眼可见小于 90°的周边房角虹膜前黏连、1 眼角膜狭窄,与 Aktas 等^[17]报道的结论相符。另外,在该研究中 GATT 术后常见的并发症表现为:前房积血、一过性高眼压、脉络膜脱离、短暂的低眼压等,最常见的并发症即持续性或反复的前房积血,且均在 1wk 内自行消退。末次随访时无 1 眼发生玻璃体积血、脉络膜上腔出血、眼内炎等严重并发症。前房积血和一过性高眼压是 GATT 术后最常见的并发症^[5, 16, 18-20],其发生率分别为 12.5%~80.6%和 8.2%~32.3%^[16, 21-22]。本研究中术后早期前房积血和一过性高眼压发生率分别为 67%和 33%,与既往研究报道的结果基本一致。

综上,本研究结果显示 GATT 治疗玻璃体切除术后继发性高眼压效果较好,与传统的滤过性手术相比,其安全性更高,术后潜在的并发症发生率更低,在玻璃体切除术后高眼压的治疗中具有较好的前景。本研究的不足之处在于研究设计属于回顾性病例分析,缺乏对照,样本量相对较少,随访时间短,对于残留的非乳化或乳化硅油滴导致房角关闭的病例尚未纳入,因此研究结果具有一定局限性。尚需要前瞻性大样本的随机对照研究以进一步证实。

参考文献

- 1 Honavar SG, Goyal M, Majji AB, et al. Glaucoma after pars Plana vitrectomy and silicone oil injection for complicated retinal detachments. *Ophthalmology* 1999;106(1):169-176
- 2 蔡雅群,张旭.玻璃体视网膜膜手术后继发性青光眼的病因及治疗. *国际眼科杂志* 2020;20(5):806-809
- 3 赵宇,王春霞,许军,等.选择性激光小梁成形术治疗激素性青光眼的疗效观察. *国际眼科杂志* 2012;12(5):963-964
- 4 石青青,律鹏,张文芳. Ahmed 青光眼引流阀植入术治疗玻璃体切

- 割术后继发性青光眼的临床观察. *兰州大学学报(医学版)* 2019;45(3):82-86
- 5 Grover DS, Godfrey DG, Smith O, et al. Gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy. *Ophthalmology* 2014;121(4):855-861
- 6 Quan AV, Yannuzzi NA, Chen J, et al. Gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in patients with secondary open-angle Glaucoma following vitreoretinal surgery. *J Glaucoma* 2020;29(4):e23-e25
- 7 范文雨,孙时英,牛建军.玻璃体切割术后继发青光眼的病因及治疗. *国际眼科杂志* 2014;14(6):1041-1044
- 8 Chang S. LXII Edward Jackson lecture: open angle glaucoma after vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2006;141(6):1033-1043
- 9 Al-Jazzaf AM, Netland PA, Charles S. Incidence and management of elevated intraocular pressure after silicone oil injection. *J Glaucoma* 2005;14(1):40-46
- 10 Berker N, Batman C, Ozdamar Y, et al. Long-term outcomes of heavy silicone oil tamponade for complicated retinal detachment. *Eur J Ophthalmol* 2007;17(5):797-803
- 11 Siegfried CJ, Shui YB. Intraocular Oxygen and Antioxidant Status: New Insights on the Effect of Vitrectomy and Glaucoma Pathogenesis. *Am J Ophthalmol*. 2019;203:12-25
- 12 Ivastinovic D, Smiddy WE, Wackernagel W, et al. The occurrence of delayed ocular hypertension and glaucoma after pars Plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Acta Ophthalmol* 2016; 94 (6): e525-e527
- 13 Wu L, Berrocal MH, Rodriguez FJ, et al. Intraocular pressure elevation after uncomplicated pars Plana vitrectomy. *Retina* 2014; 34 (10):1985-1989
- 14 Van Aken E, Lemij H, Vander Haeghen Y, et al. Baerveldt glaucoma implants in the management of refractory glaucoma after vitreous surgery. *Acta Ophthalmol* 2010;88(1):75-79
- 15 Errico D, Scrimieri FL, Riccardi R, et al. Trabeculectomy versus express glaucoma filtration device in silicomacrophagocytic open angle glaucoma secondary to silicone oil emulsification. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2016;23(2):177-182
- 16 Rahmatnejad K, Pruzan NL, Amanullah S, et al. Surgical outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) in patients with open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2017;26(12):1137-1143
- 17 Aktas Z, Ucgul AY, Ozdek S, et al. Outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in vitrectomized patients with secondary glaucoma after silicone oil removal. *J Glaucoma* 2021;30(3):e114-e118
- 18 Grover DS, Smith O, Fellman RL, et al. Gonioscopy - assisted transluminal trabeculotomy: an ab interno circumferential trabeculotomy: 24 months follow-up. *J Glaucoma* 2018;27(5):393-401
- 19 Voykov B, Szurman P, Dimopoulos S, et al. Micro-invasive suture trabeculotomy after canaloplasty: preliminary results. *Clin Exp Ophthalmol* 2015;43(5):409-414
- 20 Sato T, Hirata A, Mizoguchi T. Prospective, noncomparative, nonrandomized case study of short-term outcomes of 360° suture trabeculotomy ab interno in patients with open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2015;9:63-68
- 21 Smith BL, Ellyson AC, Kim WI. Trabectome-initiated gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy. *Mil Med* 2018; 183 (suppl_1): 146-149
- 22 Moster M, Rahmatnejad K, Amanullah S, et al. The Outcomes of Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) in Open-Angle Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58(8):4988