

单眼小梁消融术后对侧眼的眼压同感反应

杨臻^{1,2}, 孟素坤^{1,2}, 张纯^{1,2}

1. 北京大学第三医院 眼科, 北京 100191

2. 眼部神经损伤的重建保护与康复北京市重点实验室, 北京 100191

摘要: **目的** 观察开角型青光眼患者单眼小梁消融术后对侧眼的眼压波动趋势、眼压同感反应 (ophthalmotonic consensual reaction, OCR) 现象并探究其影响因素。 **方法** 单中心回顾性观察性研究。纳入 2016 年 1 月至 2022 年 9 月于北京大学第三医院眼科就诊并接受单眼小梁消融术的开角型青光眼 (Open-angle glaucoma, OAG) 患者 97 例 (97 只眼), 收集所有病例的人口学资料、双眼既往眼部疾病史及抗青光眼手术史、双眼局部所用的降眼压药种类及数目及包括双眼基线眼压和术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月、6 个月眼压在内的眼科检查资料。将对侧眼的眼压相较基线水平升高 ≥ 4 mm Hg 或较基线水平相对升高 $\geq 20\%$ 定义为对侧眼发生 OCR 现象。采用秩和检验比较在术后各随访时间点对侧眼眼压较基线的变化, 采用秩和检验、Fisher 精确检验以及 logistic 回归探究术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的影响因素, 采用秩和检验和 Spearman 相关性分析探究术后 1 d 对侧眼眼压升高幅度的影响因素。 **结果** 在手术眼接受小梁消融术后, 相比于基线眼压 (17.3 ± 6.5) mm Hg, 对侧眼眼压仅在术后 1 d 升高至 (18.1 ± 7.8) mm Hg ($P = 0.008$), 但在其他术后随访时间点较基线无显著变化 ($P > 0.05$); 术后 1 d 对侧眼 OCR 现象的发生率为 34.0%, 高于其他术后随访时间点; 健康的对侧眼是单眼小梁消融术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的独立危险因素; 当术前手术眼基线眼压越高或术后 1 d 手术眼眼压下降幅度越大时, 术后 1 d 对侧眼眼压升高幅度越大。 **结论** 单眼小梁消融术后早期会引起对侧眼的眼压升高, 在术后早期需要监测对侧眼的眼压波动。

关键词: 对侧眼; 开角型青光眼; 眼压同感反应; 小梁消融术; 眼压波动

中图分类号: R775

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2024)05-0043-09

引用格式: 杨臻, 孟素坤, 张纯. 单眼小梁消融术后对侧眼的眼压同感反应 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2024, 38(5): 43-51.
YANG Zhen, MENG Sukun, ZHANG Chun. Ophthalmotonic consensual reaction in the fellow eye following unilateral trabectome [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2024, 38(5): 43-51.

Ophthalmotonic consensual reaction in the fellow eye following unilateral trabectome

YANG Zhen^{1,2}, MENG Sukun^{1,2}, ZHANG Chun^{1,2}

1. Department of Ophthalmology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

2. Beijing Key Laboratory of Restoration of Damaged Ocular Nerve, Beijing 100191, China

Abstract: Objective To observe the intraocular pressure (IOP) fluctuations and the phenomenon of ophthalmotonic consensual reaction (OCR) in the fellow eye following trabectome in one eye and to investigate its correlative influencing factors in patients with open-angle glaucoma (OAG). **Methods** In this single-center retrospective observational study, the eyes of 97 individuals with OAG undergoing unilateral trabectome from January 2016 to September 2022 were evaluated. Data were collected on demographics, past ocular disease and surgical history, the kind and number of preoperative anti-glaucoma medications, ophthalmic examination data, including baseline IOP in both eyes, and the IOP of both eyes at one day, one week, one month, three months, and six months postoperatively. An IOP change (Δ IOP) ≥ 4 mm Hg or a 20% increase from the baseline values was defined as OCR in the fellow eye. Paired rank sum test was used to compare the difference between baseline IOP values and IOP at different time points postoperatively, and the influencing factors of OCR phenomenon in the fellow eye on postoperative day 1 were investigated using rank sum test, Fisher's exact test, and logistic regression, while the influencing factors of the magnitude of Δ IOP in the fellow eye at postoperative day 1 were investigated using rank sum test and Spearman correlation analysis. **Results** The baseline IOP of all fellow eyes was 17.3 ± 6.5 mm Hg, significantly increasing to 18.1 ± 7.8 mm Hg at postoperative day 1 ($P = 0.008$), while IOP in the fellow at other postoperative time points did not significantly change from the baseline level ($P > 0.05$). The incidence of OCR in fellow eyes at postoperative day 1 was 34.0%, which was higher than those of other postoperative time points. Healthy fellow eye

收稿日期: 2023-04-11

基金课题: 北京市自然科学基金昌平重点研究专题 (L234016)

通信作者: 张纯。E-mail: zhangc1@yahoo.com

was an independent risk factor of OCR in the fellow eye following trabectome in the surgical eye at postoperative day 1. At postoperative day 1, Δ IOP in fellow eyes was positively correlated with the magnitude of IOP reduction and the baseline IOP level in surgical eyes. **Conclusion** A consensual IOP rise in fellow eyes was observed after trabectome in one eye in the early postoperative period. These findings highlight the explicit need to monitor IOP in fellow eyes carefully.

Key words: Fellow eye; Open-angle glaucoma; Ophthalmotonic consensual reaction; Trabectome; Fluctuations of IOP

眼压同感反应 (ophthalmotonic consensual reaction, OCR) 是指单眼的眼压波动会引起对侧眼相应的眼压波动的现象,最早于 1924 年被 Weekers 提出^[1]。当青光眼患者单眼接受局部降眼压药或激光小梁成形术,会引起对侧眼的眼压 (intraocular pressure, IOP) 下降^[2-5]。然而,关于单眼抗青光眼术后会对侧眼的 OCR 现象,现有研究尚无定论,其中绝大多数研究集中于探究单眼小梁切除术对对侧眼眼压波动的影响。多项团队研究发现^[6-10],单眼接受小梁切除术会导致对侧眼发生长期或短期的眼压升高;而与此相反,部分研究^[11-13]发现单眼接受小梁切除术后,对侧眼的眼压会较基线水平降低,该领域结果存在一致性差的问题。但值得注意的是,部分研究发现,单眼接受小梁切除术后约 13.6% ~ 33.8% 的对侧眼眼压升高会导致原本控制平稳的对侧眼病情进展,需要接受进一步的抗青光眼药物或手术治疗^[7,10]。因此,系统探究单侧抗青光眼手术是否会导致对侧眼眼压波动以及相关的影响因素有重要的临床意义。

近年来,在青光眼治疗领域,微创青光眼手术 (minimally invasive glaucoma surgery, MIGS) 作为一种创伤小、并发症低、安全性高且生物相容性好的手术选择逐渐兴起,适用于对标准药物治疗不耐受的轻中度青光眼患者^[14-16]。既往研究证明,小梁消融术作为一种治疗开角型青光眼 (open angle glaucoma, OAG) 的 MIGS,有助于降低眼压及减少患者对局部降眼压药物的需求,其具有良好的安全性^[17]。但不同于小梁切除术,目前在小梁消融术领域仍未有 OCR 相关的研究。基于上述原因,本研究探究了 OAG 患者单眼接受小梁消融术后对侧眼的眼压趋势、OCR 现象以及相关的影响因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性观察研究。收集了 2016 年 1 月至 2022 年 9 月于北京大学第三医院眼科就诊并首次接受单眼小梁消融术的开角型青光眼患者。本研究遵循赫尔辛基宣言,并已通过北京大学第三医院伦理委员会审批,伦理批件号:(2021)医伦审第(244-01)号。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①依据 2020 年中国青光眼指南^[18]制定的诊断标准,诊断为单眼或双眼原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma, POAG)、继发性开角型青光眼 (secondary open angle glaucoma, SOAG) 或青少年型开角型青光眼 (juvenile open angle glaucoma, JOAG);②因最大耐受药物治疗 (maximum tolerated medical therapy, MTMT) 或既往手术治疗不足以控制病情,首次选择接受单眼小梁消融术。排除标准:①基线眼压等术前基线资料缺失、术后早期随访资料严重缺失或术后随访时间不足 1 d;②对侧眼萎缩或为义眼;③术前 1 周内接受系统性降眼压治疗,包括口服降眼压药物治疗 (如醋甲唑胺、乙酰唑胺等)、高渗脱水剂治疗等;④双眼同时接受抗青光眼手术;⑤既往颅脑疾病史或颅脑手术史。剔除标准:①如果对侧眼在术后因眼压波动需要增减局部降眼压药或接受手术治疗,则对增减药物或接受手术后的随访数据进行剔除;②如果手术眼在术后因眼压升高需要增加局部降眼压药或二次手术,则对加药或手术后的随访数据进行剔除。

1.3 术前资料收集

收集所有病例的人口学资料 (性别、年龄、高血压病史和糖尿病病史)、既往眼部疾病史及抗青光眼手术史、眼科检查资料 [双眼青光眼诊断类型、晶体状态、logMAR 视力、术前基线眼压 (测量时间为上午 8 ~ 12 时,患者坐位平静状态下接受非接触眼压计测量,测量 3 次后取平均值)、双眼眼底垂直杯盘比 (cup-disc ratio, CDR)] 以及双眼局部降眼压药用药情况 [双眼是否使用 α 2 受体激动剂、是否使用 β 受体阻滞剂、是否使用碳酸酐酶抑制剂 (carbonic anhydrase inhibitors, CAIs)、是否使用前列腺素类衍生物 (prostaglandin analogues, PGAs) 以及术前使用局部降眼压药种类数]。

1.4 手术治疗过程

手术眼在术前 3 d 均使用 0.5% 左氧氟沙星滴眼液 (可乐必妥,参天制药株式会社,日本) 和 2% 硝酸毛果芸香碱滴眼液 (真瑞,山东博士伦福瑞达制药有限公司),每天 4 次,每次 1 滴。

患者平卧后常规消毒铺巾贴膜,开睑器撑开眼

险,0.4%奥布卡因滴眼液表面麻醉,0.5%聚维酮碘及平衡盐溶液先后冲洗结膜囊;直接房角镜观察鼻侧房角,确认房角宽且无粘连;取下直接房角镜,颞侧透明角膜作前房穿刺口,注入黏弹剂使前房形成良好;调制小梁消融机至消融档,小梁消融刀进入前房,通过直接房角镜确定小梁网位置后消融 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 小梁网及 Schlemm 管内壁组织。经预置前房穿刺口缓缓注入平衡盐溶液置换出前房的黏弹剂,水密切口。术毕妥布霉素地塞米松眼膏涂布结膜囊,眼垫遮盖术眼。

术后手术眼停用术前所有局部降眼压药,对侧眼继续原有的局部降眼压药治疗。手术眼术后常规用药包括0.5%左氧氟沙星滴眼液、1%醋酸泼尼松龙滴眼液(百力特,Allergan Pharmaceuticals Ireland,爱尔兰)及2%硝酸毛果芸香碱滴眼液,每天4次,每次1滴,逐周递减,4周停药。

1.5 术后眼科资料收集

收集所有病例术后1d、1周、1个月、3个月及6个月的双眼眼压、双眼用药情况及数量、双眼是否增减局部降眼压药或进行二次手术。眼压测量时间为上午8~12时,患者坐位平静状态下接受非接触眼压计测量,测量3次后取平均值。

1.6 观察指标

本研究的主要观察指标为在不同术后时间点对侧眼是否发生OCR现象。在本研究中,为了排除正常生理情况下的眼压波动,我们参照既往研究的OCR制定标准^[10]:若术后对侧眼的眼压相较基线水平升高 ≥ 4 mm Hg或较基线水平相对升高 $\geq 20\%$,则认为对侧眼发生有临床意义的眼压升高,即对侧眼发生OCR现象;本研究的次要观察指标为在手术眼接受抗青光眼手术后的不同时间点,对侧眼较术前基线水平所发生的眼压波动,即对侧眼 Δ IOP。

1.7 统计学处理

本研究的所有数据均通过R version 3.6.2进行分析。人口学资料和基线特征的统计描述:定量资料计算均数与标准差,定性资料计算率或构成比;双眼基线特征的比较和同一只眼术前与术后不同时间点的眼压比较:采用配对检验,符合正态分布的数据采用配对 t 检验,不符合正态分布的数据采用秩和检验,使用Benjaminiand Hochberg法对 P 值进行多重校正;术后发生OCR的影响因素分析:a)单因素分析:定性资料采用卡方检验或Fisher精确检验,定量资料采用 t 检验(正态分布)或秩和检验(非正态分布)对术前、术后双眼眼压进行统计学比较;b)多因素分析:将单因素分析中 $P<0.1$ 的变量纳入多因

素logistic回归模型,进行多因素回归分析; Δ IOP的影响因素分析:定性资料采用 t 检验(正态分布)或秩和检验(非正态分布),定量资料采用Pearson相关性分析(正态分布)或Spearman相关性分析(非正态分布)。

2 结果

2.1 基线资料

根据纳排标准,我们共纳入97例首次接受单眼小梁消融术的OAG患者进行回顾性研究。在97例患者中,包括61例男性患者(62.9%)和36例女性患者(37.1%),平均年龄为48.7岁,有16例患者有糖尿病病史(62.9%),10例患者有高血压病史(62.9%)。

97例单眼接受小梁消融术的OAG患者的97只手术眼及其对侧眼的基线资料见表1。结果发现,比起手术眼,对侧眼的logMAR视力更小,垂直CDR和基线眼压更低,所使用的局部降眼压药数量更少,差异有统计学意义($P<0.05$),提示对侧眼的青光眼病情明显轻于手术眼。

表1 手术眼与对侧眼的术前基线资料
Table 1 Baseline data of operated and fellow eyes

| 变量 | 手术眼 (97例) | 对侧眼 (97例) |
|-------------|----------------|----------------|
| 术前logMAR视力 | 0.5 \pm 0.5 | 0.3 \pm 0.5 |
| 垂直CDR | 0.8 \pm 0.2 | 0.7 \pm 0.2 |
| 眼压/mm Hg | 21.4 \pm 8.1 | 17.3 \pm 6.5 |
| 局部降眼压药用药种数 | 2.2 \pm 1.0 | 1.7 \pm 1.2 |
| 晶体状态/% | | |
| 有晶体眼 | 78.4 | 80.4 |
| 人工晶体眼 | 17.5 | 16.5 |
| 无晶体眼 | 2.1 | 1.0 |
| 缺失 | 2.1 | 2.1 |
| 诊断/% | | |
| POAG | 79.4 | 79.4 |
| SOAG | 17.5 | 6.2 |
| JOAG | 3.1 | 2.1 |
| 健康眼 | 0.0 | 14.6 |
| 既往抗青光眼手术史/% | | |
| 无 | 75.3 | 78.4 |
| 有 | 16.5 | 13.4 |
| 缺失 | 8.2 | 8.2 |

2.2 单眼小梁消融术后手术眼和对侧眼的眼压波动特点

为了评估单眼小梁消融术后双眼的眼压波动,我们收集了106只手术眼及对侧眼的基线、术后1d、术后1周、术后1个月、术后3个月及术后6个月的眼压,并分别比较了手术眼和对侧眼在术后不同

随访时间点的眼压与基线眼压的差异(表 2、图 1)。我们发现,对于手术眼,术后任一随访时间点的眼压较基线均显著降低($P < 0.001$);对于对侧眼,比起基线水平(17.3 ± 6.5) mm Hg,眼压术后 1 d 升高至(18.1 ± 7.8) mm Hg,差异有统计学意义($P = 0.008$),随后随时间缓慢降低至基线水平,其他随访

时间点较基线无显著改变($P > 0.05$)。与此相对应,OCR 的发生率在术后 1 d 为 34.0%,而其他随访时间点的 OCR 发生率分别为术后 1 周 19.0%,术后 1 个月 24.0%,术后 3 个月 11.4%,术后 6 个月 17.5%,均低于术后 1 d OCR 发生率。

表 2 单眼小梁消融术后手术眼和对侧眼的眼压

Table 2 IOP of surgical and fellow eyes at all time points after unilateral trabectome

| 时间点 | 手术眼(97 例) | | | 对侧眼(97 例) | | | OCR 发生率/% |
|---------|-----------|--------|--------|-----------|-------|-------|-----------|
| | 眼压/mm Hg | P | 校正 P | 眼压/mm Hg | P | 校正 P | |
| 基线 | 21.4±8.1 | — | — | 17.3±6.5 | — | — | — |
| 术后 1 d | 17.3±9.6 | <0.001 | <0.001 | 18.1±7.8 | 0.008 | 0.042 | 34.0 |
| 术后 1 周 | 17.4±7.6 | <0.001 | <0.001 | 16.7±5.6 | 0.988 | 0.988 | 19.0 |
| 术后 1 个月 | 15.7±5.7 | <0.001 | <0.001 | 17.4±7.7 | 0.978 | 0.988 | 24.0 |
| 术后 3 个月 | 17.1±6.0 | <0.001 | <0.001 | 16.9±6.2 | 0.570 | 0.949 | 11.4 |
| 术后 6 个月 | 16.9±5.8 | <0.001 | <0.001 | 16.9±6.5 | 0.062 | 0.156 | 17.5 |

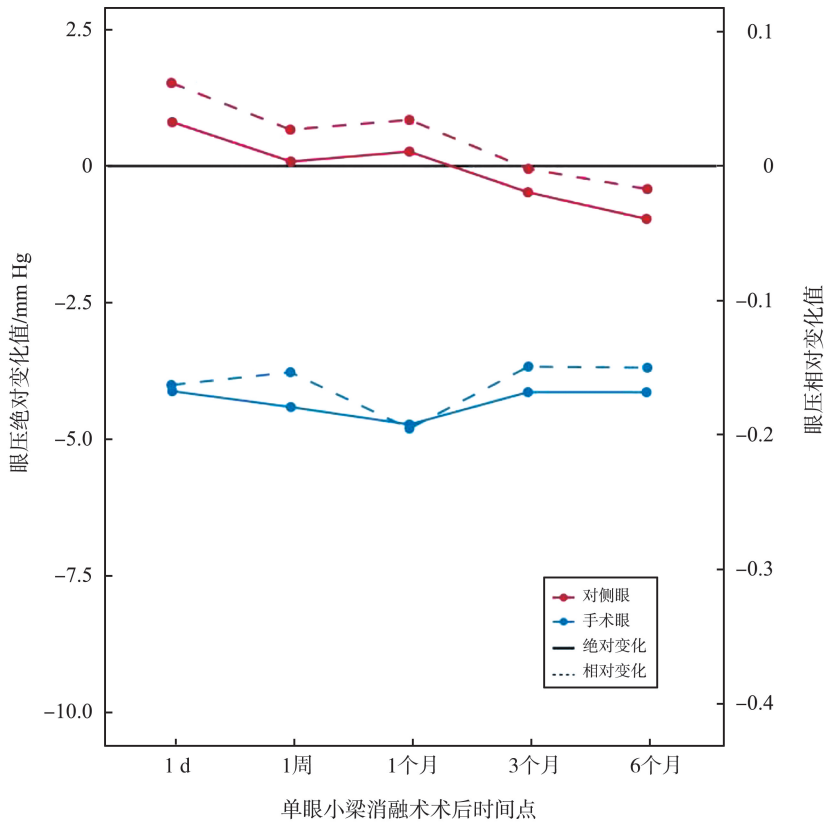


图 1 单眼小梁消融术后手术眼和对侧眼随时间的眼压绝对变化和眼压相对变化

Figure 1 Absolute change and relative change of both surgical and fellow eyes after unilateral trabectome

2.3 单眼小梁消融术术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的影响因素探究

基于 2.2 的研究结果,在单眼小梁消融术后,对侧眼的眼压在术后第 1 天出现显著升高,且 OCR 发生率为术后所有时间点中最高,因此以术后 1 d 为研究时间点进行后续分析。我们以术后 1 d 对侧眼是否发生 OCR 现象,将所有的对侧眼分为两组,发

生 OCR 现象的 OCR 组及不发生 OCR 现象的非 OCR 组,探究两组间的因素差异。单因素分析结果显示(表 3),比起健康眼,为开角型青光眼的对侧眼更倾向于发生 OCR 现象,差异有统计学意义($P = 0.003$)。而对侧眼是否发生 OCR 现象与性别、年龄、糖尿病病史、高血压病史、手术眼基线眼压及手术眼术后 1 d 降压幅度以及对侧眼晶体状态无显著

相关性($P>0.05$)。在对侧眼术前用药方面,我们发现小梁消融术术后 1 d 对侧眼是否发生 OCR 现象与对侧眼局部降眼压药种类数及是否使用 α_2 受体激动剂、 β 受体阻滞剂、CAIs 或 PGAs 无显著相关性($P>0.05$)。其中,我们发现术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的患者中近 85% 都没有使用 β 受体阻滞剂,明显高于使用 β 受体阻滞剂的患者,尽管其相关性没有存在统计学差异($P=0.090$)。

表 3 小梁消融术术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的单因素分析
Table 3 Univariate analysis of OCR phenomenon in fellow eyes on postoperative day 1 after unilateral trabectome

| 变量 | 非 OCR 组 (64 例) | OCR 组 (33 例) | <i>P</i> |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------|
| 性别/% | | | 0.186 |
| 男 | 57.8 | 72.7 | |
| 女 | 42.2 | 27.3 | |
| 年龄/岁 | 49.9±16.7 | 46.5±17.1 | 0.345 |
| 是否有糖尿病病史/% | | | 0.777 |
| 否 | 84.4 | 81.8 | |
| 是 | 15.6 | 18.2 | |
| 是否有高血压病史/% | | | 0.301 |
| 否 | 92.2 | 84.8 | |
| 是 | 7.8 | 15.2 | |
| 手术眼基线眼压/mm Hg | 21.1±8.0 | 22.1±8.6 | 0.599 |
| 手术眼 Δ IOP/mm Hg | -4.0±9.1 | -4.3±8.5 | 0.897 |
| 对侧眼青光眼类型/% | | | 0.003 |
| 开角型 | 95.3 | 72.7 | |
| 健康 | 4.7 | 27.3 | |
| 对侧眼晶体状态/% | | | 0.500 |
| 有晶体眼 | 82.5 | 81.2 | |
| 人工晶体 | 17.5 | 15.6 | |
| 无晶体 | 0.0 | 3.1 | |
| 对侧眼既往抗青光眼手术史/% | | | 0.118 |
| 否 | 89.8 | 76.7 | |
| 是 | 10.2 | 23.3 | |
| 对侧眼局部降眼压药用药种数 | 1.9±1.1 | 1.5±1.3 | 0.110 |
| 对侧眼是否使用 α_2 受体激动剂/% | | | 0.379 |
| 否 | 67.2 | 57.6 | |
| 是 | 32.8 | 42.4 | |
| 是否使用 β 受体阻滞剂/% | | | 0.090 |
| 否 | 67.2 | 84.8 | |
| 是 | 32.8 | 15.2 | |
| 对侧眼是否使用 CAIs/% | | | 1.000 |
| 否 | 65.6 | 66.7 | |
| 是 | 34.4 | 33.3 | |
| 对侧眼是否使用 PGAs/% | | | 0.669 |
| 否 | 48.4 | 54.5 | |
| 是 | 51.6 | 45.5 | |

我们将单因素分析中 $P<0.1$ 的变量纳入多因素 logistic 回归模型,结果发现:对于小梁消融术后

1 d 对侧眼的 OCR 现象,对侧眼是否使用 β 受体阻滞剂并不是独立的影响因素($P=0.223$),而对侧眼是开角型青光眼则是独立保护因素($OR=0.16, P=0.011$),表明健康的对侧眼反而更容易发生 OCR 现象(表 4)。

表 4 小梁消融术术后 1 d 对侧眼发生 OCR 现象的多因素分析
Table 4 Multivariate analysis of OCR phenomenon in fellow eyes on postoperative day 1 after unilateral trabectome

| 变量 | β | 标准误 | OR | 95% 置信区间 | | <i>P</i> |
|-----------------------------|---------|------|------|----------|------|----------|
| | | | | 下限 | 上限 | |
| 是否使用 β 受体阻滞剂(是 vs. 否) | -0.69 | 0.57 | 0.50 | 0.15 | 1.45 | 0.223 |
| 对侧眼青光眼类型(开角型青光眼 vs. 健康眼) | -1.84 | 0.72 | 0.16 | 0.03 | 0.60 | 0.011 |

2.4 单眼小梁消融术术后 1 d 对侧眼 Δ IOP 的影响因素分析

为了研究单眼小梁消融术后手术眼眼压降低对对侧眼眼压升高的影响,我们纳入术后 1 d 手术眼眼压降低(Δ IOP<0)且对侧眼眼压升高(Δ IOP>0)的对侧眼进行分析,最终有 41 只对侧眼纳入分析,术后 1 d 手术眼 Δ IOP 和手术眼基线眼压是单眼小梁消融术术后 1 d 对侧眼 Δ IOP 的影响因素(手术眼 Δ IOP: $P=0.033$; 手术眼基线眼压: $P=0.010$) (表 5)。

表 5 不同因素对单眼小梁消融术术后 1 d 对侧眼 Δ IOP 的影响效应

Table 5 Effect of different variables on Δ IOP in fellow eyes on postoperative day 1 after unilateral trabectome

| 变量 | <i>P</i> |
|-----------------------|----------|
| 性别 | 0.212 |
| 年龄 | 0.849 |
| 糖尿病病史 | 0.895 |
| 高血压病史 | 0.202 |
| 手术眼基线眼压 | 0.010 |
| 手术眼 Δ IOP | 0.033 |
| 对侧眼青光眼类型 | 0.216 |
| 对侧眼晶体状态 | 0.159 |
| 对侧眼既往抗青光眼手术史 | 0.364 |
| 对侧眼局部降眼压药用药种数 | 0.214 |
| 是否使用 α_2 受体激动剂 | 0.967 |
| 是否使用 β 受体阻滞剂 | 0.339 |
| 是否使用 CAIs | 0.597 |
| 是否使用 PGAs | 0.752 |

我们发现,术后 1 d 手术眼 Δ IOP 与对侧眼 Δ IOP 呈现显著负相关关系($r=-0.333, P=0.033$),即手术眼眼压下降幅度越大,对侧眼眼压升高幅度

越大(图 2A);而术前手术眼基线眼压与对侧眼 Δ IOP 呈现显著正相关关系($r=0.396, P=0.010$),即术前手术眼基线眼压越高,术后 1 d 对侧眼升高幅度越大(图 2B)。此外,小梁消融术手术眼术前眼

压与手术眼术后 1 d 的下降幅度同样具有显著相关性,随着手术眼术前基线眼压的升高,术后 1 d 手术眼眼压下降幅度越大,具有较强的相关性($r=-0.651, P<0.001$)(图 2C)。

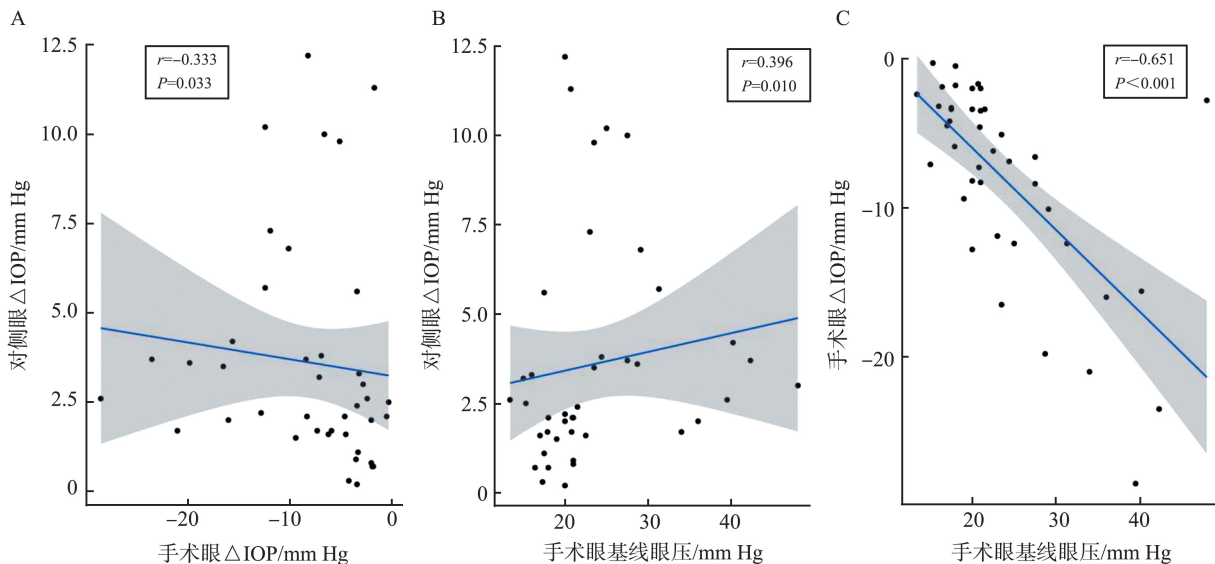


图 2 小梁消融术后 1 d 的对侧眼眼压升高幅度(对侧眼 Δ IOP)与手术眼眼压降低幅度(手术眼 Δ IOP)(A)、对侧眼 Δ IOP 与手术眼基线眼压(B)以及手术眼 Δ IOP 与手术眼基线眼压(C)的相关性

Figure 2 Correlation of Δ IOP in surgical eyes (A) and baseline IOP of surgical eyes (B) with Δ IOP in fellow eyes, and the correlation of Δ IOP in surgical eyes with baseline IOP of surgical eyes (C) on postoperative day 1 after unilateral trabectome. The shaded area represents a 95% confidence interval

3 讨论

小梁消融术通过利用高频消融装置消融部分小梁网和 Schlemm 管内壁组织,从而促进房水经小梁网途径引流,最终实现眼压的降低,是一种安全性高、并发症较少的 MIGS^[14,19]。但是现有的小梁消融术的相关研究多关注手术眼术后的视觉功能与眼压情况,鲜有研究关注未治疗的对侧眼;而关于 MIGS 后对侧眼的的眼压波动,既往仅有数个小样本的相关报道,探究的 MIGS 种类仅包括 Express 植入器植入术、穿透性黏小管成形术和 PreserFlo 青光眼引流器植入术,且样本量为 14 例至 25 例不等^[9,13]。因此,本研究旨在探究单眼小梁消融术对对侧眼眼压的影响及其相关影响因素。

本研究首次探究了 OAG 患者单眼接受小梁消融术对对侧眼眼压波动的影响。本研究发现:单眼接受小梁消融术后对侧眼的眼压仅在术后 1 d 较基线水平显著升高,并在术后 1 周内降低至基线水平,这与 Meshksar 等^[10]及 Shum 等^[9]对于小梁切除术的研究结果相近。Meshksar 等^[10]在一项回顾性病例研究中纳入了 131 例因单眼青光眼需要接受单侧小梁切除术的患者,相较基线水平(13.1 ± 3.3) mm Hg,对侧眼的眼压在术后 1 d 开始显著升高,并在术后 1 周

达到最大升高幅度(3.1 ± 3.2) mm Hg,而 Shum 等^[9]则在单眼接受小梁切除术的中国人群中也发现了术侧眼眼压在术后早期的升高。

关于本研究中对侧眼眼压升高现象的原因,我们推测可能与 OCR 的神经反射学说相关。多数抗青光眼手术领域的 OCR 研究均提出:单眼接受抗青光眼手术后手术眼眼压下降,而为了维持同侧前房的生理性稳定,中枢可能会发出升高眼压的保护信号,但因为这种传出的效应是双侧的,从而导致了术侧眼眼压的反射性升高^[20-21]。Diestelhorst 等^[21]利用前房荧光分光光度法探究了单侧小梁切除术对未手术的对侧眼房水生成率的影响,研究发现小梁切除术后第 5 天对侧眼平均房水生成率从基线水平的 2.56 mL/min 增加到 2.90 mL/min,提示单侧的小梁切除术后眼压下降会促进对侧眼的房水生成,从而升高对侧眼的眼压;而近期 Yang 等^[22]通过动物试验证明了单侧眼压波动的神经反射是双侧传出的,为 OCR 现象的神经反射学说奠定了解剖学基础。因此本研究中,我们推测在单侧小梁消融术后也存在这种反射,眼压下降的信号可能经由眼压波动的神经反射传导,最终导致对侧眼的眼压反射性升高。如果神经反射的机制确实存在,根据反射“快速发生”的特点,对侧眼眼压的反射性升高很有

可能发生于手术眼术后早期,而在本研究中,对侧眼的眼压升高仅在术后 1 d 发生,其余随访时间点的眼压较基线水平无明显变化。

除了神经反射学说,可能还存在对侧眼眼压升高的多种解释。多个局部降眼压药的单眼治疗试验发现,单眼使用局部降眼压药会引起对侧眼眼压的下降,因而我们推测手术眼术后停用局部降眼压药也可能引起术后早期对侧眼眼压的升高^[2,23]。另一方面,Pandit 团队^[24]和 Kumar 团队^[25]均考虑术后早期对侧眼眼压升高可能与手术眼术后使用的类固醇滴眼液相关:单眼使用局部类固醇滴眼液后,药物吸收入血并随血流作用于对侧眼,引起对侧眼的类固醇相关反应,然而,类固醇引起眼压升高的使用时间多发生于用药至少 1 周后,而本研究中,对侧眼眼压仅在术后 1 d 发现眼压升高,所以类固醇引起的对侧眼眼压升高并不能解释本研究的结果。此外,现阶段的研究发现多数青光眼患者容易合并焦虑状态,而焦虑状态会导致短期的眼压波动,从而加速青光眼的病情进展,因此本研究中单眼接受小梁消融术后对侧眼眼压升高也可能与青光眼病人围手术期的焦虑状态相关^[26]。

此外,我们还探究了对侧眼是否为青光眼与是否发生 OCR 现象的关系,考虑到健康的对侧眼拥有正常的房水流出结构,因而我们推测健康的对侧眼对单眼手术所引起的对侧眼眼压升高有更好的代偿作用,能降低术后早期 OCR 现象的发生率。然而,Yarangumeli 等^[6]和 Kaushik 等^[7]的研究表明,对侧眼是否为青光眼与对侧眼是否发生 OCR 现象无关。有趣的是,本研究发现:相较于健康眼,当对侧眼为 OAG 时对侧眼更不容易发生术后早期的 OCR 现象,这可能归因于健康的对侧眼未使用局部降眼压药,从而失去药物的保护作用,本研究的单因素分析结果也发现了对侧眼使用 β 受体阻滞剂可能会降低对侧眼 OCR 现象的发生率。

此外,在发生眼压升高的对侧眼中,我们还探究了对侧眼眼压升高幅度的影响因素。术后 1 d 时手术眼眼压降得越多,对侧眼眼压反射性升高的幅度越大。既往的研究中,Meshksar 等^[10]和 Yarangumeli 等^[6]的研究也得到了类似的结论,在单眼小梁切除术后,手术眼的眼压降低幅度和对侧眼的眼压升高幅度之间呈现显著的正相关性,基于 OCR 现象的神经反射学说,我们推测当手术眼手术过程中眼压下降得越多,为了维持同侧前房的容积和眼压稳定,反射性升高眼压的幅度会越大,因而引起对侧眼眼压的升高幅度越大。不仅如此,越高的手术眼

基线眼压可能会使对侧眼 Δ IOP 有升高的趋势,这是因为接受抗青光眼手术后,术前眼压水平较高的手术眼可能会实现更大的降压幅度,本研究中术后 1 d 时手术眼的眼压降低幅度与基线眼压水平呈显著相关性也佐证了这一点。

青光眼常累及双眼,而双眼青光眼性视神经和视野损害水平不对称是青光眼患者的常见情况,导致部分青光眼患者会选择单眼接受抗青光眼手术治疗。但是在青光眼单眼接受抗青光眼手术的围手术期,需要手术治疗的手术眼通常会被患者及医生给予足够的重视,而不需要治疗的侧眼容易被忽略。然而,比起手术眼,对侧眼往往视力更好且青光眼性视神经及视野损伤程度更轻,在本研究中对比术前双眼的基线资料,对侧眼的视力更好、眼压更低且眼底视神经损伤情况更轻,因此对于双眼青光眼的患者而言,多数情况下患者整体的视功能水平是由对侧眼所决定。但是本研究发现,单眼的小梁消融术会导致术后早期对侧眼的眼压升高,可能会加重对侧眼的青光眼性压力性损伤,因此,在青光眼患者单眼接受抗青光眼手术的围手术期,也需要监测对侧眼的眼压变化。

与此同时,本研究也存在一定的局限性。本研究为回顾性研究,纳入患者时排除了随访资料严重缺失的患者,可能存在选择偏倚;本研究虽然探究了术后早期随访时间点(术后 1 d 及术后 1 周)的对侧眼眼压变化,但是基于 OCR 现象的神经反射学说,对侧眼的眼压波动可能发生于术后极早期,后续研究仍需要纳入术后更早期的随访时间点,如术后即刻、术后 1 h 等;其次,本研究使用的眼压测量方式为非接触式眼压计,而非眼压测量“金标准”的 Goldmann 眼压计,可能会降低研究结果的可靠性;此外,基于回顾性研究的研究特点,本研究无法除外青光眼患者围手术期的焦虑状态对术后早期对侧眼眼压波动的影响,因此后续的前瞻性研究需要纳入焦虑状态作为研究因素。

综上所述,本研究发现单眼接受小梁消融术会在术后早期引起对侧眼的眼压升高,既往有抗青光眼手术史和健康的对侧眼更容易发生术后早期的 OCR 现象,且对侧眼的眼压升高幅度与手术眼眼压的下降幅度相关,因此在单眼小梁消融术术后早期,不仅需要关注手术眼的眼压波动,还需要关注对侧眼的眼压波动。

参考文献:

[1] Weekers L. Modification experimentales de l'ophtalmo-

- nous. Reaction ophthalmotonique consensuelle [J]. *Arch Ophthalmol*, 1924, 41: 641-658
- [2] Piltz J, Gross R, Shin DH, et al. Contralateral effect of topical beta-adrenergic antagonists in initial one-eyed trials in the ocular hypertension treatment study[J]. *Am J Ophthalmol*, 2000, 130(4): 441-453. doi:10.1016/s0002-9394(00)00527-4
- [3] Rao HL, Senthil S, Garudadri CS. Contralateral intraocular pressure lowering effect of prostaglandin analogues [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2014, 62(5): 575-579. doi:10.4103/0301-4738.129783
- [4] Liu Y, Fan X, Wu LL. Selective laser trabeculoplasty lowered the untreated fellow eye long-term intraocular pressure: a 3-year observational study [J]. *Lasers Med Sci*, 2022, 37(3): 1487-1493. doi:10.1007/s10103-021-03253-w
- [5] Nassiri N, Mei F, Tokko H, et al. Consensual ophthalmotonic reaction following selective laser trabeculoplasty [J]. *J Curr Glaucoma Pract*, 2022, 16(1): 36-40. doi:10.5005/jp-journals-10078-1361
- [6] Yarangümelı A, Kız OG, Kural G. The effect of trabeculectomy on the intraocular pressure of the unoperated fellow eye [J]. *J Glaucoma*, 2003, 12(2): 108-113. doi:10.1097/00061198-200304000-00004 [PubMed]
- [7] Kaushik S, Agarwal A, Kaur S, et al. Change in intraocular pressure in the fellow eye after glaucoma surgery in 1 eye [J]. *J Glaucoma*, 2016, 25(3): 324-329. doi:10.1097/IJG.0000000000000217
- [8] 张倩雯, 赵灿, 裴力, 等. 原发性开角型青光眼患者单侧小梁切除术后对侧眼眼压变化 [J]. *眼科新进展*, 2021, 41(9): 848-852. doi:10.13389/j.cnki.rao.2021.0177
 ZHANG Qianwen, ZHAO Can, PEI Li, et al. Intraocular pressure changes in the contralateral eye after unilateral trabeculectomy for primary open angle glaucoma [J]. *Recent Advances in Ophthalmology*, 2021, 41(9): 848-852. doi:10.13389/j.cnki.rao.2021.0177
- [9] Shum JWH, Choy BNK, Ho WL, et al. Consensual ophthalmotonic reaction in Chinese patients following augmented trabeculectomy or ExPRESS shunt implantation [J]. *Medicine*, 2016, 95(29): e4190. doi:10.1097/MD.0000000000004190
- [10] Meshksar A, Hajizadeh M, Sharifipour F, et al. Intraocular pressure changes in the contralateral eye after glaucoma surgery [J]. *J Glaucoma*, 2021, 30(12): 1074-1081. doi:10.1097/IJG.0000000000001950
- [11] Vysniauskiene I, Shaarawy T, Flammer J, et al. Intraocular pressure changes in the contralateral eye after trabeculectomy with mitomycin C [J]. *Br J Ophthalmol*, 2005, 89(7): 809-811. doi:10.1136/bjo.2004.050294
- [12] Radcliffe NM, Musch DC, Niziol LM, et al. The effect of trabeculectomy on intraocular pressure of the untreated fellow eye in the collaborative initial glaucoma treatment study [J]. *Ophthalmology*, 2010, 117(11): 2055-2060. doi:10.1016/j.ophtha.2010.02.016
- [13] Aghayeva FA, Chronopoulos P, Schuster AK, et al. Inter-eye relationship of intraocular pressure change after unilateral trabeculectomy, filtering canaloplasty, or PreserFlo™ microshunt implantation [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021, 259(10): 3045-3053. doi:10.1007/s00417-021-05188-y
- [14] Bicket 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
- [15] 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
- [16] 钟煜, 廖智敏, 段宣初. XEN 微支架在青光眼手术中的应用进展 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2023, 37(1): 145-151. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.468
 ZHONG Yu, LIAO Zhimin, DUAN Xuanchu. Progress in the applications of XEN microstent in glaucoma surgery [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2023, 37(1): 145-151. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.468
- [17] Nichani P, Popovic MM, Schlenker MB, et al. Microinvasive glaucoma surgery: a review of 3476 eyes [J]. *Surv Ophthalmol*, 2021, 66(5): 714-742. doi:10.1016/j.survophthal.2020.09.005
- [18] 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
- [19] Sunaric Megevand G, Bron AM. Personalising surgical treatments for glaucoma patients [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2021, 81: 100879. doi:10.1016/j.preteyeres.2020.100879
- [20] Gibbens MV. Sympathetic influences on the consensual ophthalmotonic reaction [J]. *Br J Ophthalmol*, 1988, 72(10): 750-753. doi:10.1136/bjo.72.10.750
- [21] Diestelhorst M, Krieglstein G. The effect of trabeculectomy on the aqueous humor flow of the unoperated fellow eye [J]. *Albrecht Von Graefes Arch Fur Klin Und Exp Ophthalmol*, 1991, 229(3): 274-276. doi:10.1007/BF00167883

- [22] Yang F, Zhu XT, Liu X, et al. Anatomical evidence for the efferent pathway from the hypothalamus to autonomic innervation in the anterior chamber structures of eyes[J]. *Exp Eye Res*, 2021, 202: 108367. doi:10.1016/j.exer.2020.108367
- [23] Winkler NS, Fautsch MP. Effects of prostaglandin analogues on aqueous humor outflow pathways[J]. *J Ocul Pharmacol Ther*, 2014, 30 (2/3): 102-109. doi: 10.1089/jop.2013.0179
- [24] Pandit R, George RJ, Lingam V, et al. Incidence of presumed steroid response in contralateral eye of patients who underwent glaucoma filtration surgery[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2021, 69 (9): 2481-2483. doi:10.4103/ijo.IJO_3069_20
- [25] Kumar H, Thulasidas M. Commentary: Consensual ophthalmotonic reaction[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2023, 71 (3): 878-879. doi:10.4103/ijo.IJO_6_23_6
- [26] Berchuck S, Jammal A, Mukherjee S, et al. Impact of anxiety and depression on progression to glaucoma among glaucoma suspects[J]. *Br J Ophthalmol*, 2021, 105 (9): 1244-1249. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-316617

(编辑:王磊)

(上接第 42 页)

- [28] 甲状腺癌诊疗指南(2022年版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(12): 1343-1357, 1363
Guidelines for the diagnosis and treatment of thyroid carcinoma[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2022, 42(12): 1343-1357, 1363
- [29] 李娇娇. 头颈部恶性肿瘤放射性皮肤损伤患者身体意象现状及影响因素研究[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学
- [30] 邹艳萍. 术前颈部体位训练在甲状腺癌全切术患者中的应用效果观察[J]. *中国现代药物应用*, 2023, 17 (8): 136-139. doi: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2023.08.042
- ZOU Yanping. The effect of preoperative neck position training in patients undergoing total thyroidectomy[J]. *Chinese Journal of Modern Drug Application*, 2023, 17 (8): 136-139. doi: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2023.08.042

(编辑:李纬)