

# 不同手术方式治疗原发性闭角型青光眼合并白内障的疗效及对视网膜微结构的影响

高丽娜<sup>1</sup>, 张恒<sup>1</sup>, 孟璩<sup>2</sup>

引用:高丽娜,张恒,孟璩.不同手术方式治疗原发性闭角型青光眼合并白内障的疗效及对视网膜微结构的影响.国际眼科杂志,2026,26(6):1049-1054.

作者单位:<sup>1</sup>(721000)中国陕西省宝鸡市人民医院眼科;  
<sup>2</sup>(710000)中国陕西省西安市,西北大学附属西安爱尔古城眼科医院

作者简介:高丽娜,本科,主治医师,研究方向:白内障、眼外伤相关疾病。

通讯作者:张恒,本科,主治医师,研究方向:白内障、青光眼及眼科常见疾病. zhangh11282024@163.com

收稿日期:2026-01-14 修回日期:2026-04-21

## Different surgical approaches for primary angle-closure glaucoma with cataract and their effects on retinal microstructure

Gao Lina<sup>1</sup>, Zhang Heng<sup>1</sup>, Meng Cong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, Shaanxi Province, China; <sup>2</sup>Xi'an Ai'er Ancient City Eye Hospital, Xi'an 710000, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Zhang Heng. Department of Ophthalmology, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, Shaanxi Province, China. zhangh11282024@163.com

Received:2026-01-14 Accepted:2026-04-21

### 摘要

**目的:**分析超声乳化白内障摘除(PHACO)和人工晶状体植入术(IOL)联合房角分离(GSL)治疗原发性闭角型青光眼(PACG)合并白内障疗效及对视网膜微结构变化的影响。

**方法:**回顾性收集2021年1月至2023年6月我院收治的PACG合并白内障患者,根据治疗方式不同分为接受PHACO+IOL+GSL治疗(A组)与接受PHACO+IOL+小梁切除术治疗(B组)。比较两组术前及术后不同时间点最佳矫正视力(BCVA)、眼压、前房深度、黄斑中心凹无血管区(FAZ)周长、面积、圆度指数及并发症发生情况。

**结果:**纳入PACG合并白内障患者259例259眼,其中A组131例131眼,男68例,女63例,平均年龄 $65.29 \pm 5.88$ 岁;B组128例128眼,男70例,女58例,平均年龄 $65.39 \pm 6.42$ 岁。术后1 wk,3 mo,B组眼压明显低于A组(均 $P < 0.001$ )。两组术后3 mo前房深度较术前明显增加(均 $P < 0.001$ ),组间比较无差异( $P > 0.05$ )。术后1 wk,3 mo,A组FAZ周长、FAZ圆度指数均显著大于B组(均 $P < 0.01$ )。A组并发症总发生率低于B组( $P < 0.05$ )。

**结论:**PHACO+IOL+GSL与PHACO+IOL+小梁切除术均可有效治疗PACG合并白内障。在术后3 mo的随访期内,前者在促进视网膜微结构恢复及降低并发症发生率方面效果更显著;后者在短期眼压控制方面效果更明显。

**关键词:**手术方式;原发性闭角型青光眼;白内障;疗效;视网膜微结构

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.6.20

### Abstract

• **AIM:** To analyze the efficacy of phacoemulsification (PHACO) with intraocular lens (IOL) implantation combined with goniosynechialysis (GSL) in the treatment of primary angle-closure glaucoma (PACG) with cataract and their effects on changes in retinal microstructural.

• **METHODS:** Patients with PACG and cataract admitted to the hospital between January 2021 and June 2023 were retrospectively collected. According to the treatment modality, patients were divided into a group receiving PHACO+IOL+GSL (Group A) and a group receiving PHACO+IOL+trabeculectomy (Group B). Best-corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure (IOP), anterior chamber depth, foveal avascular zone (FAZ) perimeter, area, circularity index, and complications were compared between the two groups preoperatively and at different postoperative time points.

• **RESULTS:** A total of 259 eyes of 259 patients with PACG and cataract were included and divided into two groups. Group A comprised 131 eyes of 131 patients (68 males, 63 females) with a mean age of  $65.29 \pm 5.88$  y; Group B comprised 128 eyes of 128 patients (70 males, 58 females) with a mean age of  $65.39 \pm 6.42$  y. At 1 wk and 3 mo postoperatively, IOP in Group B was significantly lower than that in Group A (both  $P < 0.001$ ). Anterior chamber depth at 3 mo postoperatively was significantly increased compared with preoperative values in both groups (both  $P < 0.001$ ), with no statistically significant difference between the groups ( $P > 0.05$ ). At 1 wk and 3 mo postoperatively, FAZ perimeter and FAZ circularity index in Group A were significantly greater than those in Group B (all  $P < 0.01$ ). The total incidence of complications in Group A was lower than that in Group B, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Both PHACO + IOL + GSL and PHACO + IOL + trabeculectomy are effective in treating PACG with cataract. During the 3-month postoperative follow-up period, the former demonstrates a more pronounced effect in promoting retinal microstructural recovery and reducing the incidence of complications, whereas the latter is more effective in short-term IOP control.

• **KEYWORDS:** surgical approach; primary angle-closure glaucoma; cataract; efficacy; retinal microstructure

**Citation:** Gao LN, Zhang H, Meng C. Different surgical approaches for primary angle-closure glaucoma with cataract and their effects on retinal microstructure. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(6):1049-1054.

## 0 引言

青光眼是全球范围内导致失明的三大致盲眼病之一,主要表现为视野缺损、病理性高眼压、特征性视神经损伤等,原发性闭角型青光眼(primary angle closure glaucoma, PACG)是青光眼常见类型,指没有其他眼病存在,单纯由于患者的瞳孔阻滞,或患者虹膜根部肥厚、前移,导致前房角关闭、房水流出困难、眼压升高的一种情况<sup>[1-2]</sup>。大多数患者常患有年龄相关性白内障。如果治疗不及时,会对患者的视功能造成不可逆的损害,甚至导致失明,严重影响生活质量<sup>[3]</sup>。手术为 PACG 的主要治疗方法,近年来超声乳化白内障摘除(phacoemulsification cataract extraction surgery, PHACO)和人工晶状体植入术(intraocular lens implantation, IOL)联合房角分离(goniosynechialysis, GSL)已被证明安全有效,在临床应用广泛<sup>[4]</sup>。多项报道超声乳化术后黄斑血管密度和血流面积的变化可能影响视力恢复,然而,目前的研究主要集中在超声乳化术对搏动性眼血流改变或临床症状的改善上,对于视网膜微结构的改变尚不清楚<sup>[5-6]</sup>。黄斑中心凹无血管区(foveal avascular zone, FAZ)是黄斑部最中央缺乏视网膜毛细血管的区域,FAZ 区对于中枢视觉功能至关重要,一旦受到影响可能会导致不同程度的视力丧失<sup>[7-8]</sup>。但关于 PHACO+IOL+GSL 治疗 PACG 合并白内障对 FAZ 及相关参数的影响尚不清楚。随着影像学技术的发展,对视网膜微结构的检测手段日益丰富,本研究旨在探究 PHACO+IOL+GSL 治疗 PACG 合并白内障疗效及对视网膜微结构变化的影响。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 本研究为回顾性研究,收集 2021 年 1 月至 2023 年 6 月我院收治的 PACG 合并白内障患者。根据患者临床病情及临床治疗决策不同分为两组:A 组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗,B 组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗。分组由主治医师与患者共同决策,非随机分配,可能存在选择偏倚。纳入标准:(1)患眼符合临床关于 PACG<sup>[9]</sup>和年龄相关性白内障<sup>[10]</sup>的诊断标准,且白内障 Emery 分级为 II-III 级(轻中度);(2)术前经规范降眼压药物治疗后,眼压控制至正常或接近正常范围( $\leq 21$  mmHg),且房角镜检查确认房角关闭范围 $\geq 180^\circ$ ;(3)眼压控制稳定后裂隙灯检查可见明显晶状体混浊,术前最佳矫正视力(BCVA) $\leq 0.3$ (LogMAR);(4)临床及随访资料记录完整。排除标准:(1)合并其他眼部疾病(如

年龄相关性黄斑变性、高度近视性黄斑病变、葡萄膜炎、视网膜血管疾病、视神经疾病等)或既往有眼部手术史者;(2)合并高血压、糖尿病等全身疾病影响眼底视网膜黄斑改变者;(3)晶状体脱位者、晶状体混浊明显无法观察眼底者;(4)存在手术禁忌证及难以进行长期随访者;(5)继发性青光眼、开角型青光眼、急性虹膜睫状体炎、急性结膜炎者;(6)术前经药物降眼压治疗后眼压仍 $\geq 30$  mmHg 者;(7)无法配合检查导致图像质量差者。原发性闭角型青光眼为双眼性疾病,本研究选取患者病情较重或符合手术指征的单眼作为研究对象,对侧眼根据病情另行处理。本研究已获得宝鸡市人民医院医学伦理委员会审查批准,所有参与研究的患者均于术前签署书面知情同意书,研究过程遵循《赫尔辛基宣言》原则。

## 1.2 方法

**1.2.1 手术方法** A 组采用 PHACO+IOL+GSL 的治疗方法。具体操作如下:患者仰卧体位,使用爱尔卡因对术眼进行表面麻醉。随后,在 2:00-3:00 位的角膜缘位置,利用 15°穿刺刀制作一个侧切口,并注入黏弹剂。在 10:00-12:00 位的角膜缘,使用 2.8 mm 的三角刀进行约 2.8 mm 的板层切口,然后进行一个连续环形撕囊,直径约为 5-6 mm。对晶状体进行囊下水分离及水分层处理(使用 BBS 液)。超乳针头引入囊袋内进行 PHACO 操作,随后利用自动灌注/抽吸系统清除残留的皮质,并对后囊进行抛光。对于晶状体悬韧带松弛患者,术中植入囊袋张力环(CTR,型号:EyeSert<sup>®</sup>, Alcon)以稳定囊袋,再次注入透明质酸钠以撑开囊袋,然后将 IOL 植入囊袋内,并调整其位置。撑开前房角,在房角镜的辅助下,使用房角分离器仔细分离广泛黏连的房角组织,直至能够清晰暴露出睫状体带。利用 I/A 系统清除前房及囊袋内的透明质酸钠以及分离后的残留物。通过侧切口注入复方 NaCl 注射液以恢复前房,并将眼压控制在正常范围内。最后使用水密封法封闭角膜内切口,结膜囊内涂抹妥布霉素地塞米松眼膏,并用无菌纱布进行覆盖。A 组术后因部分患者早期眼压偏高,予以拉坦前列素滴眼液辅助降眼压至稳定(维持 $\leq 21$  mmHg),根据眼压调整用药频次。

B 组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗。具体操作如下:于 1:00 方向以角膜缘为基底,制作 1/2 巩膜厚度、4 mm $\times$ 3 mm 倒梯形巩膜瓣。于巩膜瓣下切除 1.5 mm $\times$ 2 mm 小梁组织,并行虹膜根部切除。将巩膜瓣复位后缝合,结膜瓣缝合关闭。经透明角膜主切口行 PHACO 及人工晶状体植入,操作步骤同 A 组。I/A 吸出透明质酸钠,水封透明角膜主切口,恢复前房,地塞米松眼膏涂抹双眼。B 组术后因已建立外引流通道,眼压多在正常范围,故不常规使用降眼压药物;若术后眼压升高则根据情况对症处理。

术后常规用药方案:两组患者术后均使用妥布霉素地塞米松滴眼液点术眼,6 次/日,持续 2 wk 后每周递减 1 次,总疗程 4 wk;复方托吡卡胺滴眼液点术眼,1 次/日,持续 1 wk。B 组术后因已建立外引流通道,眼压多在正常范围,故不常规使用降眼压药物;若术后眼压升高则根据情况对症处理。

**1.2.2 观察指标** (1)BCVA:分别于术前,术后 1 wk,3 mo 检查 BCVA,结果统一转换为最小分辨角对数视力

(LogMAR)进行统计学分析;(2)眼压:分别于术前,术后1 wk,3 mo 采用非接触眼压计进行眼压检测,受检者坐于非接触眼压计之前,将其头部固定于眼压计头架上,向前注视,睁开眼睑,进行测量;(3)前房深度:分别于术前,术后1 wk,3 mo 使用超声生物显微镜测量前房深度;(4)FAZ:分别于术前,术后1 wk,3 mo 采用 OCT 检查患者FAZ 相关参数。患者充分散瞳后取坐位,注视仪器内绿色视光标,以黄斑中央凹为中心,对受检眼黄斑区 D 扫描,检查并记录受检者 FAZ 周长、面积及圆度指数。FAZ 圆度指数用于评估 FAZ 形状的规则程度,计算公式为周长<sup>2</sup>/(4π×面积)。该指数越接近 1,表明 FAZ 形状越趋近于圆形,其结构相对更规则;(5)晶状体核硬度分级:术前依据 Emery 分级标准<sup>[11]</sup>评估晶状体核硬度。I 级:晶状体透明,核软性;II 级:核轻度硬化,呈黄白色;III 级:核中度硬化,呈黄色;IV 级:核重度硬化,呈琥珀色;V 级:核极硬,呈棕黑色。本研究纳入 II-III 级患者;(6)房角关闭程度分级:术前采用 Shaffer 分级标准<sup>[12]</sup>评估房角宽度。根据虹膜与小梁网夹角分为:IV 级(宽角,35°-45°)、III 级(窄 I,20°)、II 级(窄 II,10°)、I 级(窄 III,<10°)、0 级(窄 IV,0°)。本研究将 Shaffer 分级 ≤ I 级定义为房角关闭程度较重。(7)并发症:记录术后 3 mo 内并发症发生情况,所有术后随访的 BCVA、眼压、前房深度及 OCTA 参数测量均由不知晓患者分组情况的同一名眼科医师完成。

统计学分析:采用 SPSS20.0 软件对研究数据进行分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,两组术前术后 3 mo 比较采用配对样本 *t* 检验。多时间点比较采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较

采用 LSD-*t* 检验。以 *n*(%) 表示计数资料,采用  $\chi^2$  检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者一般资料比较** 纳入 PACG 合并白内障患者 259 例 259 眼,其中 A 组 131 例 131 眼,男 68 例,女 63 例,平均年龄 65.29±5.88 岁;B 组 128 例 128 眼,男 70 例,女 58 例,平均年龄 65.39±6.42 岁。两组一般资料比较差异无统计学意义(均 *P*>0.05)。

**2.2 两组患者手术前后 BCVA 比较** 两组患者手术前后 BCVA(LogMAR)的时间效应差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 65.241, P_{\text{时间}} < 0.001$ );组间及交互效应差异无统计学意义( $F_{\text{组间}} = 0.286, P_{\text{组间}} = 0.593; F_{\text{交互}} = 0.947, P_{\text{交互}} = 0.391$ ),进一步两两比较结果见表 2。

**2.3 两组患者手术前后眼压比较** 两组患者手术前后眼压差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 18.796, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组间}} = 11.429, P_{\text{组间}} = 0.001; F_{\text{交互}} = 24.097, P_{\text{交互}} < 0.001$ )。两组术前眼压差异无统计学意义(*P*>0.05),术后 1 wk,3 mo 眼压均较同组术前显著下降(均 *P*<0.01),且 B 组眼压均显著低于 A 组(均 *P*<0.001),见表 3。

**2.4 两组患者手术前后前房深度比较** 两组术后 3 mo 前房深度较同组术前增加,差异有统计学意义(均 *P*<0.001),两组间术前,术后 3 mo 前房深度比较差异无统计学意义(均 *P*>0.05),见表 4。

**2.5 两组手术前后 FAZ 面积和周长及圆度指数比较** 两组患者手术前后 FAZ 面积时间差异有统计学意义( $F_{\text{时间}} = 5.228, P_{\text{时间}} = 0.006$ ),组间及交互作用比较差异无统计学意义( $F_{\text{组间}} = 0.315, P_{\text{组间}} = 0.575; F_{\text{交互}} = 0.142, P_{\text{交互}} = 0.707$ ),进一步两两比较结果见表 5。

表 1 两组患者一般资料比较

指标		A 组( <i>n</i> = 131)	B 组( <i>n</i> = 128)	<i>t</i> / $\chi^2$	<i>P</i>
性别(例,%)	男	68(51.9)	70(54.7)	0.201	0.654
	女	63(48.1)	58(45.3)		
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)		65.29±5.88	65.39±6.42	0.131	0.896
白内障病程( $\bar{x} \pm s$ , a)		2.42±0.62	2.39±0.59	0.399	0.690
Emery 分级(眼,%)	II 级	51(38.9)	63(49.2)	-1.655	0.098
	III 级	80(61.1)	65(50.8)		
术前眼压( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)		23.25±5.77	24.27±4.45	1.591	0.113
术术前房深度( $\bar{x} \pm s$ , mm)		1.83±0.37	1.85±0.44	0.396	0.692
术术前房角关闭程度(眼,%)	Shaffer 分级 ≤ I 级	124(94.7)	121(94.5)	-0.049	0.961
	Shaffer 分级 > I 级	7(5.3)	7(5.5)		
术前平均视野缺损( $\bar{x} \pm s$ , dB)		-8.47±3.21	-8.89±3.74	0.971	0.333
青光眼分型(眼,%)	急性原发性闭角型青光眼	68(51.9)	71(55.5)	0.330	0.566
	慢性原发性闭角型青光眼	63(48.1)	57(44.5)		

注:A 组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B 组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗。

表 2 两组患者手术前后 BCVA 比较

分组	眼数	$(\bar{x} \pm s, \text{LogMAR})$		
		术前	术后 1 wk	术后 3 mo
A 组	131	0.55±0.17	0.23±0.10 <sup>b</sup>	0.21±0.13 <sup>b</sup>
B 组	128	0.56±0.11	0.22±0.12 <sup>b</sup>	0.22±0.10 <sup>b</sup>

注:A 组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B 组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前。

表 3 两组患者手术前后眼压比较( $\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$ )

分组	眼数	术前	术后 1 wk	术后 3 mo
A 组	131	23.25±5.77	18.57±4.76 <sup>b</sup>	17.41±3.20 <sup>b,c</sup>
B 组	128	24.27±4.45	16.02±3.29 <sup>b</sup>	15.27±3.16 <sup>b</sup>
<i>t</i>			1.591	5.004
<i>P</i>			0.113	<0.001

注:A 组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B 组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>c</sup>*P*<0.05 vs 同组术后 1 wk。

表4 两组手术前后前房深度比较 ( $\bar{x}\pm s, \text{mm}$ )

分组	眼数	术前	术后 3 mo	<i>t</i>	<i>P</i>
A组	131	1.83±0.37	3.29±0.54	25.528	<0.001
B组	128	1.85±0.44	3.35±0.60	50.599	<0.001
<i>t</i>		0.396	0.846		
<i>P</i>		0.692	0.398		

注:A组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗。

表5 两组手术前后 FAZ 面积比较 ( $\bar{x}\pm s, \text{mm}^2$ )

分组	眼数	术前	术后 1 wk	术后 3 mo
A组	131	0.34±0.11	0.33±0.10	0.38±0.12 <sup>b,d</sup>
B组	128	0.31±0.10	0.32±0.12	0.37±0.10 <sup>b,d</sup>

注:A组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>d</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 1 wk。

两组患者手术前后 FAZ 周长差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 8.915, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组间}} = 4.921, P_{\text{组间}} = 0.028; F_{\text{交互}} = 5.873, P_{\text{交互}} = 0.003$ )。两组术后 1 wk, 3 mo FAZ 周长均较术前显著改善 (均 *P*<0.01)。术后 1 wk, 3 mo, A 组 FAZ 周长均显著大于 B 组 (均 *P*<0.01), 见表 6。

两组患者手术前后 FAZ 圆度指数比较差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 12.744, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{组间}} = 9.342, P_{\text{组间}} = 0.002; F_{\text{交互}} = 7.154, P_{\text{交互}} < 0.001$ )。A 组术后 1 wk, 3 mo FAZ 圆度指数均较术前升高, B 组术后 3 mo FAZ 圆度指数较术前升高, 差异有统计学意义 (均 *P*<0.01)。术后 1 wk, 3 mo, A 组 FAZ 圆度指数均明显高于 B 组 (均 *P*<0.01), 见表 7。

**2.6 两组并发症发生率比较** A 组并发症总发生率低于 B 组, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.644, P = 0.018$ ), 见表 8。术后发生的并发症均得到及时处理。浅前房 (A 组 1 眼, B 组 4 眼) 患者中, 3 眼经加压包扎、散瞳及减少滤过处理后前房在 1 wk 内恢复; 2 眼因滤过过强行前房成形术 (注入消毒空气或黏弹剂) 后恢复。虹膜纤维素样渗出及前房炎症共 7 眼, 均通过加强局部糖皮质激素 (如妥布霉素地塞米松滴眼液) 频次而在 1-2 wk 内吸收。角膜水肿共 13 眼, 予以高渗液、角膜营养剂及激素治疗后, 除 B 组 1 眼发生持续性大泡性角膜病变外, 其余均在 1 mo 内缓解。所有并发症经上述处理后均未对最终视力及眼压控制造成长期不良影响。

### 3 讨论

PACG 是不可逆性致盲性眼病, 其发生机制可能与虹膜、晶状体、睫状体等结构异常有关, 病变晚期可出现视神经损害和视野缺损而导致失明<sup>[13]</sup>。PHACO+IOL+GSL 是一种治疗 PACG 合并白内障最先进的、微创的治疗方法, 该术式通过超声乳化将晶状体核击碎并吸出, 随后通过同一切口植入人工晶状体, GSL 理论上具有更好地开放房角及降低眼压的效果, 进而达到治疗的目的<sup>[14]</sup>。本研究首次系统比较了 PHACO+IOL+GSL 与 PHACO+IOL+小梁切除术对 PACG 合并白内障患者视网膜微结构 (FAZ 参数) 的影响, 为临床术式选择提供了新的循证依据。

本研究结果显示, 术后两组 BCVA 改善相当, 表明两种术式均能有效改善视觉功能。虽然 B 组在术后 1 wk, 3 mo 的眼压均显著低于 A 组, 但 A 组术后眼压也已成功

表6 两组患者手术前后 FAZ 周长比较 ( $\bar{x}\pm s, \text{mm}$ )

分组	眼数	术前	术后 1 wk	术后 3 mo
A组	131	2.65±0.51	2.49±0.41 <sup>b</sup>	2.66±0.40 <sup>d</sup>
B组	128	2.66±0.49	2.38±0.38 <sup>b</sup>	2.49±0.39 <sup>b,c</sup>
<i>t</i>		0.728	2.645	3.055
<i>P</i>		0.468	0.009	0.003

注:A组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>c</sup>*P*<0.05, <sup>d</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 1 wk。

表7 两组患者手术前后 FAZ 圆度指数比较  $\bar{x}\pm s$

分组	眼数	术前	术后 1 wk	术后 3 mo
A组	131	0.58±0.06	0.64±0.07 <sup>b</sup>	0.66±0.06 <sup>b,c</sup>
B组	128	0.59±0.10	0.59±0.11	0.63±0.10 <sup>b,d</sup>
<i>t</i>		1.143	4.375	2.935
<i>P</i>		0.254	0.001	0.004

注:A组采用 PHACO+IOL+GSL 治疗;B组采用 PHACO+IOL+小梁切除术治疗;<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前;<sup>c</sup>*P*<0.05, <sup>d</sup>*P*<0.01 vs 同组术后 1 wk。

降至正常范围, 表明 PHACO+IOL+GSL 同样能有效降低眼压。PACG 患者有前房浅、房角窄的特点, 进而易阻塞房角, 房水排出不畅导致眼压升高, 患者长期眼压控制不佳, 并发白内障, 晶状体悬韧带松弛。PHACO+IOL+小梁切除术可通过新建房水流出通道, 使得房水外流, 进而降低眼压。而 PHACO+IOL+GSL 术中超声乳化可吸除混浊晶状体核与皮质, 植入张力环防止悬韧带松弛造成脱位, 之后植入透明人工晶状体, 同时术中房角镜下分离房角, 可松解广泛黏连的房角, 使得房角重新开放, 加深前房深度, 恢复小梁网功能, 从而达到降低眼压的作用, 各有优势。临床研究<sup>[15]</sup>发现, PACG 合并白内障患者行 PHACO+IOL+GSL 治疗后, 角膜内皮细胞损失量显著低于小梁切除联合术式, 提示该术式对眼内组织的损伤更小, 更利于维持眼内微环境的稳定, 这也是其眼压控制虽稍弱但整体疗效优异的重要原因。相关资料显示<sup>[16]</sup>, PHACO+IOL+GSL 可有效将青光眼急性发作患者眼压成功降至正常水平, 明显提高视力。有 Meta 分析<sup>[17]</sup>对比了 PHACO 联合 GSL 与单纯 PHACO 治疗 PACG 的疗效, 结果显示联合术式在房角开放程度、眼压长期控制稳定性上均显著优于单纯 PHACO, 为该术式的临床应用提供了高级别循证医学证据。二者协同作用, 较单纯 PHACO+IOL 更显著地扩大前房角, 恢复房水动力学平衡。除晶状体摘除减少瞳孔-晶状体接触面积外, 房角分离进一步后移虹膜根部, 使前房容积增加, 虹膜-小梁网夹角扩大, 从解剖学上降低房水流出阻力<sup>[18]</sup>。此外, PHACO+IOL+小梁切除术后新的外引流通道建立, 术后因睫状体的炎症或水肿致使睫状突上皮细胞分泌房水减少, 对前房、房角支撑作用也相对较小, 形成浅前房, 本研究发现两组术后前房深度均显著增加, 但组间比较无显著差异, 提示两种术式在恢复前房深度方面效果相当。

有研究证实<sup>[19]</sup>, PACG 患者 FAZ 形态的异常程度与青光眼病情进展呈正相关, 眼压的持续波动是导致 FAZ 周长缩短、圆度指数降低的核心诱因, 而稳定的眼压控制

表 8 两组并发症发生率比较

眼(%)

分组	眼数	浅前房	虹膜纤维索样渗出	角膜水肿	前房炎症	总发生率
A 组	131	1(0.8)	1(0.8)	4(3.1)	1(0.8)	7(5.3)
B 组	128	4(3.1)	3(2.3)	9(7.0)	2(1.6)	18(14.1)

则是视网膜微结构修复的关键前提。本研究中, A 组术后 FAZ 周长和圆度指数改善显著优于 B 组, 此差异需从两种术式对眼内流体动力学影响的本质差异进行深入阐释。GSL 的核心在于恢复生理性房水流出通道(小梁网-Schlemm 管途径), 该通道的开放使房水经正常解剖路径循环, 术后眼压下降过程平缓, 眼压波动幅度接近生理状态, 从而减少对睫状体及脉络膜的机械性牵拉, 有利于黄斑区微循环的稳定<sup>[20-21]</sup>。而小梁切除术通过建立人工外引流通道(滤过泡)实现降压, 虽术后眼压数值更低, 但房水动力学改变更为剧烈: 滤过泡的形成导致房水大量外流, 眼压波动幅度增大; 术中虹膜根部切除及巩膜瓣制作可造成葡萄膜组织牵张, 引发睫状体水肿及炎症反应, 进而导致脉络膜血管通透性增加、黄斑区毛细血管渗漏, 影响 FAZ 形态的规则性恢复<sup>[22]</sup>。此外, GSL 术不破坏结膜及巩膜完整性, 术后炎症反应主要局限于前房, 程度较轻; 而小梁切除术涉及结膜、巩膜及虹膜组织的切开与缝合, 术后炎症反应更为显著, 炎症介质可破坏血-视网膜屏障, 进一步加重黄斑区微循环紊乱<sup>[23]</sup>。因此, A 组 FAZ 参数改善更优, 是生理性房水动力学恢复与较轻炎症反应共同作用的结果, 而不仅仅是“改善血流”所能概括。

本研究通过 GSL 直接解除房角阻塞, 并结合超声乳化以降低瞳孔阻滞, 使术后眼压显著下降(A 组术后 3 mo 眼压为  $17.41 \pm 3.20$  mmHg), 为视网膜微结构的修复提供了关键条件。PHACO+IOL+GSL 术式通过生理性恢复房水的自然引流路径, 实现了眼压的平稳下降, 避免了小梁切除术因外引流通道建立导致的眼压骤降, 减少了眼内灌注压的剧烈波动对视网膜微循环的二次损伤<sup>[24]</sup>。与 B 组相比, GSL 术式通过机械性分离房角, 不仅扩大了前房角度, 还从血流动力学角度优化了眼内房水的引流, 间接减少了高眼压对黄斑区的持续损害, 这种双重作用可能是 A 组 FAZ 参数改善更显著的原因, 提示眼压控制是保护视网膜微结构的关键环节。而小梁切除术后, 因为虹膜隔前后以及晶状体出现移动, 导致葡萄膜出现牵张, 视网膜中的血管出现紊乱, 小血管出现扩张, 血管通透性增强, 渗出液体进而出现水肿。因此 B 组 FAZ 形状的恢复速度略低于 PHACO+IOL+GSL 组。此外本研究结果还显示, A 组并发症发生率较低, 分析原因可能与 PHACO+IOL+小梁切除术创伤性大, 并发症多, 术后滤过道瘢痕形成有关。浅前房是小梁切除术后较常见的早期并发症, 本研究中 B 组发生率(3.1%)高于 A 组(0.8%)。其发生主要与滤过更强、睫状体脱离或脉络膜脱离有关。本研究中 B 组手术建立新的房水外引流通道, 术后早期房水流出量可能大于生成量, 加之术中可能对睫状体的扰动, 导致前房形成不良。而 PHACO+IOL+GSL 术式主要通过开放自身房角引流, 不创建全层滤过泡, 房水动力学改变相对平缓, 因此浅前房风险更低。

综上所述, PHACO+IOL+GSL 术与 PHACO+IOL+小梁切除术均可有效治疗 PACG 合并白内障。PHACO+IOL+

GSL 术式通过实现眼压的平稳控制、优化眼内房水自然引流及减少眼内组织损伤, 在保护视网膜微结构、促进 FAZ 形态规则化恢复方面展现出显著的临床优势, 同时该术式术后并发症发生率更低, 临床安全性更高。

本研究存在一定局限性: (1) 随访时间仅为 3 mo, 无法评估两种手术方式的长期疗效及安全性, 后续需延长随访时间以进一步验证; (2) 回顾性非随机设计可能存在选择偏倚; 此外, 本研究未对术后降眼压药物的使用进行分层分析, 可能对眼压结果的解读产生一定影响; (3) 对于不适合手术的青光眼患者(如严重心血管疾病患者), 尚需探索其他治疗方法。未来可进一步开展前瞻性随机对照研究, 对比两种术式对视网膜微结构的长期影响, 为 PACG 合并白内障患者的个体化术式选择提供更精准的循证医学依据。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 高丽娜论文选题与设计, 初稿撰写与修改; 孟璵文献检索, 数据整理与统计分析; 张恒选题指导, 论文修改与审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

- [1] Michels TC, Ivan O. Glaucoma: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2023, 107(3):253-262.
- [2] Huff ML, Fikse D, Surmaitis RM, et al. Acute angle closure glaucoma precipitated by homeopathic eyedrops containing Atropa belladonna. *Am J Emerg Med*, 2022, 54:329.e1-329.e3.
- [3] Xu BY, Friedman DS, Foster PJ, et al. Ocular biometric risk factors for progression of primary angle closure disease: the Zhongshan angle closure prevention trial. *Ophthalmology*, 2022, 129(3):267-275.
- [4] 高思佳, 闻郁, 万茜茜, 等. PEI 联合术中房角镜下房角分离及房角切开术治疗中晚期 PACG 合并白内障. *国际眼科杂志*, 2024, 24(6):864-869.
- [5] 王雅东, 任婉娜, 律鹏, 等. 白内障超声乳化联合 Mori Upright 镜直视下分离房角治疗原发性闭角型青光眼的疗效分析. *兰州大学学报(医学版)*, 2021, 47(6):48-52.
- [6] 王秀超, 杨洪帅. 白内障超声乳化吸除术与人工晶状体植入术联合小梁切除术治疗闭角型青光眼合并白内障疗效分析. *中国药物与临床*, 2021, 21(21):3610-3613.
- [7] Wu JH, Moghimi S, Nishida T, et al. Association of macular OCT and OCTA parameters with visual acuity in glaucoma. *Br J Ophthalmol*, 2023, 107(11):1652-1657.
- [8] Güngör D, Kayıkçıoğlu ÖR, Altınışık M, et al. Changes in optic nerve head and macula optical coherence tomography angiography parameters before and after trabeculectomy. *Jpn J Ophthalmol*, 2022, 66(3):305-313.
- [9] 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. 中国原发性闭角型青光眼诊治方案专家共识(2025 年). *中华眼科杂志*, 2025, 61(9):652-660.
- [10] 中华医学会眼科学分会青光眼学组. 中国合并白内障的原发性青光眼手术治疗专家共识(2021 年). *中华眼科杂志*, 2021, 57(3):166-170.
- [11] Xu Z, Yin K, Wang L, et al. SS-OCT-based ocular biometric characteristics of patients with nuclear cataract. *Biomed Eng Online*,

2025,24(1):56.

[12] Van Herick W, Shaffer RN, Schwartz A. Estimation of width of angle of anterior chamber. Incidence and significance of the narrow angle. *Am J Ophthalmol*, 1969,68(4):626-629.

[13] Mohammadi M, Mohammadi SS, Tabatabaei SM, et al. Comparison of vascular density and structural patterns between primary open angle glaucoma and primary angle closure glaucoma. *J Glaucoma*, 2022,31(8):645-650.

[14] Lin FB, Zhang YZ, Zhu XM, et al. Impact of peripheral anterior synechiae on the outcome of combined phacoemulsification, goniosynechialysis, and goniotomy for primary angle closure glaucoma and cataract: a multicenter observational study. *J Glaucoma*, 2024, 33(8):587-593.

[15] Shen JQ, Liu X, Lin MY, et al. Impact of preoperative intraocular pressure on corneal endothelial cell loss after phacoemulsification in acute primary angle-closure glaucoma with cataracts. *Front Med*, 2025,12: 1533950.

[16] 丁文君, 陈霄雅, 苗培建, 等. 内窥镜下睫状体光凝与房角分离分别联合超声乳化人工晶状体植入术治疗闭角型青光眼合并白内障的疗效比较. *现代医学*, 2021,49(9):1036-1040.

[17] Yao L, Wang HT, Wang YX, et al. Phacoemulsification combined with goniosynechialysis versus phacoemulsification alone for patients with

primary angle-closure disease: a meta-analysis. *PLoS One*, 2024, 19(2):e0296849.

[18] Huang HL, Gao F, Sun XH, et al. Swept-source optical coherence tomography assessment of Schlemm's canal after phacoemulsification with goniosynechialysis in Chinese patients with primary angle-closure glaucoma. *Quant Imaging Med Surg*, 2024, 14(12):8119-8130.

[19] Nishida T, Moghimi S, Walker E, et al. Association of foveal avascular zone change and glaucoma progression. *Br J Ophthalmol*, 2024,108(8):1101-1106.

[20] 车煜彤, 蒋宇凡, 吴彩清, 等. 小梁网泵衰竭在青光眼发病中的作用机制的研究进展. *眼科学报*, 2024,39(7):325-331.

[21] 梁远波, 徐骁威, 张绍丹. 微创青光眼手术在闭角型青光眼中的应用与思考. *中华眼科杂志*, 2025,61(9):728-733.

[22] 董鹏, 张峰, 彭思甜, 等. 人眼房水循环的液压系统建模及 AMESim 仿真. *医用生物力学*, 2025,40(3):726-732.

[23] 孙毅, 朱敬, 郭娟, 等. 使用 AS-OCT 评价小梁切除术术后滤过泡形态指标的临床意义. *临床眼科杂志*, 2024,32(3):221-228.

[24] Rauen MP, Joiner H, Kohler RA, et al. Phacoemulsification using an active fluidics system at physiologic vs high intraocular pressure: impact on anterior and posterior segment physiology. *J Cataract Refract Surg*, 2024,50(8):822-827.