

术前黄斑区神经节细胞复合体厚度对白内障合并青光眼术后视觉质量的影响

黄祥平, 刘凤霞, 简家曦

引用:黄祥平, 刘凤霞, 简家曦. 术前黄斑区神经节细胞复合体厚度对白内障合并青光眼术后视觉质量的影响. 国际眼科杂志, 2026, 26(11): 1891–1897.

基金项目: 佛山市自筹经费类科技创新项目 (No. 2220001004150)

作者单位: (528315) 中国广东省佛山市, 广州医科大学附属顺德医院眼科

作者简介: 黄祥平, 男, 硕士, 副主任医师, 研究领域: 眼科临床相关疾病。

通讯作者: 黄祥平. hxp270@163.com

收稿日期: 2026-05-11 修回日期: 2026-09-19

摘要

目的: 分析术前黄斑区神经节细胞复合体 (GCC) 厚度对白内障合并青光眼术后视觉质量的影响。

方法: 采用回顾性研究。收集 2023 年 1 月至 2024 年 12 月于我院接受超声乳化吸除人工晶状体植入联合房角分离手术治疗的白内障合并青光眼患者临床资料, 术前评估黄斑区 GCC 厚度, 采用三分位法按术前黄斑区 GCC 厚度分为低厚度组 ($<43.8\ \mu\text{m}$)、中厚度组 ($43.8\text{--}60.4\ \mu\text{m}$)、高厚度组 ($>60.4\ \mu\text{m}$)。术后 1、3、6 mo 通过视力 (LogMAR 值)、对比敏感度、视野情况以及主观视觉质量 (QoV) 评估术后视觉质量; 采用线性回归分析验证术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力的影响。

结果: 本研究纳入白内障合并青光眼患者 115 例 115 眼, 低厚度组 31 例 31 眼, 中厚度组 47 例 47 眼, 高厚度组 37 例 37 眼。低厚度组年龄 65.23 ± 8.11 岁, 男 17 例, 女 14 例。中厚度组年龄 64.87 ± 7.89 岁, 男 20 例, 女 27 例。高厚度组年龄 63.92 ± 7.44 岁, 男 23 例, 女 14 例。三组患者术前术后不同时间视力、对比敏感度值、视野平均偏差值、QoV 评分比较有差异 (均 $P<0.05$)。术后 1、3、6 mo, 低厚度组视力 LogMAR 值、QoV 评分高于中、高厚度组, 且中厚度组高于高厚度组 (均 $P<0.05$); 低厚度组低频、中频、高频对比敏感度值以及视野平均偏差值低于中、高厚度组, 且中厚度组低于高厚度组 (均 $P<0.05$)。三组患者术后 1、3、6 mo 较术前视力、QoV 评分均降低, 低频、中频、高频对比敏感度值和视野平均偏差值均升高 (均 $P<0.05$); 三组患者术后 1 mo 视力 (LogMAR 值)、QoV 评分均高于术后 3、6 mo, 且术后 3 mo 高于术后 6 mo (均 $P<0.05$); 三组患者术后 1 mo 低频、中频、高频对比敏感度值和视野平均偏差值均低于术后 3、6 mo, 且术后 3 mo 低于术后 6 mo (均 $P<0.05$)。经线性回归分析, 模型拟合度良好 ($F=32.435, P<0.001$), 术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力 (LogMAR) 有负向影响 ($\beta=-0.003, P<0.001$); 回归方程为: $Y=0.421-0.003\times X$ 术前黄斑区 GCC 厚度; 模型决定系数 $R^2=$

0.223, 提示术前黄斑区 GCC 厚度可解释术后 6 mo 视力变异程度的 22.3%; 术前黄斑区 GCC 厚度每减少 $1\ \mu\text{m}$, 术后 6 mo LogMAR 视力值平均增加 0.003。

结论: 术前黄斑区 GCC 厚度是白内障合并青光眼术后视觉质量的保护因素, 术前黄斑区 GCC 越厚, 术后 1、3、6 mo 视力、对比敏感度、视野恢复越好, 且术前黄斑区 GCC 厚度每减少 $1\ \mu\text{m}$, 术后 6 mo LogMAR 视力值平均增加 0.003, 可作为术后视觉质量的术前预测指标之一。

关键词: 白内障; 青光眼; 视觉质量; 神经节细胞复合体厚度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.11.05

Effect of preoperative macular ganglion cell complex thickness on visual quality after cataract combined with glaucoma surgery

Huang Xiangping, Liu Fengxia, Jian Jiayi

Foundation item: Foshan City Self-Funded Science and Technology Innovation Project (No.2220001004150)

Department of Ophthalmology, Shunde Hospital Affiliated to Guangzhou Medical University, Foshan 528315, Guangdong Province, China

Correspondence to: Huang Xiangping. Department of Ophthalmology, Shunde Hospital Affiliated to Guangzhou Medical University, Foshan 528315, Guangdong Province, China. hxp270@163.com

Received: 2026-05-11 Accepted: 2026-09-19

Abstract

• **AIM:** To analyze the effect of preoperative macular ganglion cell complex (GCC) thickness on visual quality after cataract combined with glaucoma surgery.

• **METHODS:** This retrospective study collected clinical data of patients with cataract and glaucoma who underwent phacoemulsification, intraocular lens implantation, and goniosynechialysis surgery in the hospital from January 2023 to December 2024. Preoperative macular GCC thickness was assessed and patients were divided into three groups according to preoperative macular GCC thickness using the tertile method: low thickness group ($<43.8\ \mu\text{m}$), medium thickness group ($43.8\text{--}60.4\ \mu\text{m}$), and high thickness group ($>60.4\ \mu\text{m}$). Postoperative visual quality was evaluated by visual acuity (LogMAR), contrast sensitivity, visual field and subjective visual quality

(QoV) at 1, 3 and 6 mo post-operation. Linear regression analysis was used to verify the effect of preoperative macular GCC thickness on visual acuity at 6 mo after surgery.

•RESULTS: Totally 115 patients (115 eyes) with cataract combined with glaucoma were enrolled, including 31 patients (31 eyes) in the low thickness group (17 males, 14 females, 65.23 ± 8.11 y), 47 patients (47 eyes) in the medium thickness group (20 males, 27 females, 64.87 ± 7.89 y) and 37 patients (37 eyes) in the high thickness group (23 males, 14 females, 63.92 ± 7.44 y). There were significant differences in visual acuity, contrast sensitivity, mean deviation of visual field, and QoV scores among the three groups at different time points pre- and post-operation (all $P<0.05$). At 1, 3 and 6 mo postoperatively, the visual acuity (LogMAR) and QoV scores in the low thickness group were higher than those in the medium thickness and high thickness groups, and the medium thickness group showed higher values than the high thickness group (all $P<0.05$). The low thickness group had lower low-frequency, medium-frequency and high-frequency contrast sensitivity values as well as lower mean deviation of visual field compared with the medium and high thickness groups, and the medium thickness group had lower values than the high thickness group (all $P<0.05$). Visual acuity and QoV scores at 1, 3 and 6 mo post-operation were significantly decreased, while low-, medium- and high-frequency contrast sensitivity values and mean deviation of visual field were significantly elevated in the three groups compared with pre-operation. (all $P<0.05$). In all three groups, visual acuity (LogMAR) and QoV scores were higher at 1 mo postoperatively than those at 3 and 6 mo, and the values at 3 mo were higher than those at 6 mo (all $P<0.05$). Low-, medium- and high-frequency contrast sensitivity and mean deviation of visual field in three groups were lower at 1 mo postoperatively than those at 3 and 6 mo, with lower values at 3 mo than at 6 mo (all $P<0.05$). Through linear regression analysis, the model fit was good ($F=32.435$, $P<0.001$), and the thickness of GCC in the macular area pre-opertation had a negative impact on visual acuity (LogMAR) at 6 mo post-operation ($\beta=-0.003$, $P<0.001$). The regression equation was: $Y=0.421-0.003\times X_{\text{preoperative macular GCC thickness}}$. The model determination coefficient $R^2=0.223$. It indicated that the preoperative macular GCC thickness could explain 22.3% of the variance in visual acuity at 6 mo postoperatively. For every $1\mu\text{m}$ decrease in preoperative GCC thickness, the average visual acuity (LogMAR) increased by 0.003 at 6 mo postoperatively.

•CONCLUSION: Preoperative macular GCC thickness is a protective factor for visual quality after cataract combined with glaucoma surgery. The thicker the preoperative GCC thickness, the better the visual acuity, contrast sensitivity, and visual field recovery at 1, 3, and 6 mo post-operation. Moreover, for every $1\mu\text{m}$ decrease in preoperative GCC thickness, the average visual acuity (LogMAR) at 6 mo after surgery increases by 0.003, which can be used as one of the preoperative predictive

indicators for postoperative visual quality.

•KEYWORDS: cataract; glaucoma; visual quality; thickness of ganglion cell complex

Citation: Huang XP, Liu FX, Jian JX. Effect of preoperative macular ganglion cell complex thickness on visual quality after cataract combined with glaucoma surgery. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026,26(11):1891-1897.

0 引言

随着人口老龄化加剧,年龄相关性白内障(age-related cataract,ARC)成为晶状体体积增大前移导致瞳孔阻滞、房水流出受阻的常见原因;且该晶状体容积效应在房角进行性关闭中发挥关键作用^[1]。上述解剖结构异常亦是青光眼的重要发病机制,尤其在原发性闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)中表现突出^[2]。调查显示,1990-2019年我国青光眼疾病负担显著上升,预计2040年将有1.118亿人患有青光眼^[3]。白内障、PACG相互影响,可加重视功能损害,是不可逆性眼盲的主要病因^[4]。近年来,超声乳化吸除人工晶状体植入联合房角分离手术逐渐成为治疗原发性闭角型青光眼合并白内障的主要术式^[5]。而随着医疗技术不断进步,术后眼压的控制不再是唯一的追求,患者对术后的视觉质量期望日益提高。黄斑区神经节细胞复合体(ganglion cell complex, GCC)由神经节细胞层、内丛状层和神经纤维层组成,其厚度可通过光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)无创定量评估,已被证实与青光眼结构、功能损害密切相关^[6]。然而,在白内障合并青光眼这一特殊人群中,术前黄斑区GCC厚度是否是术后视觉质量的影响因素,尚缺乏系统性研究。基于此,本研究旨在通过明确术前黄斑区GCC厚度对白内障合并青光眼术后视觉质量的影响及作用路径,以期为术前精准评估手术获益、优化患者沟通,并为个体化治疗决策提供循证依据,现报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。收集2023年1月至2024年12月于我院接受超声乳化吸除人工晶状体植入联合房角分离手术治疗的白内障合并青光眼患者临床资料。纳入标准:(1)符合《眼科临床指南(第3版)》^[7]中白内障的诊断标准,且符合《中国青光眼指南(2020年)》^[8]中PACG的诊断标准,经眼底彩色照相或OCT等检查确诊;(2)行超声乳化吸除人工晶状体植入联合房角分离手术治疗;(3)术前晶状体核硬度分级 $\geq$ Ⅱ级^[8];(4)资料保存完整。排除标准:(1)伴有心肝肾等重要脏器功能严重障碍;(2)术前存在斜视、上睑下垂或其他可能影响术后评估的眼部合并症;(3)术前OCT图像质量指数 <7 ;(4)伴有眼部外伤史、内眼手术史或眼部肿瘤病史;(5)存在认知功能障碍或精神疾病,无法配合完成术前及术后检查与评估。经医院医学伦理委员会审核豁免伦理批准及知情同意。

1.2 方法

1.2.1 收集资料 通过查阅病历资料的方式,搜集并记录患者的临床资料,主要包括性别、年龄、饮酒史(有、无)、吸烟史(有、无)、合并高血压(是、否)、合并糖尿病(是、否)、合并高脂血症(是、否)、白内障病程、术前前房深度、术前角膜内皮细胞计数、术前眼轴长度、术等效球镜、术

前晶状体核硬度分级(Ⅱ-Ⅳ级)、手术切口长度、术后黄斑水肿[有、无;术后住院期间参照《眼科学(第9版)》^[9]中黄斑囊样水肿的诊断标准评估]、术后干眼[有、无;术后住院期间参照《干眼临床诊疗专家共识(2013)》^[10]中干眼的诊断标准评估]等。

1.2.2 术前黄斑区 GCC 厚度检测 所有 OCT 检查由同一名经过标准化培训、具有 3 a 以上 OCT 操作经验的技师完成,采用 OCT 检测黄斑区 GCC 厚度,患者取坐位,将下颌固定于设备下颌托板,选择“GCC”扫描模式,扫描范围设定为 7 mm×7 mm。设备内置软件自动识别视网膜层结构,计算以中心凹为中心、直径 6 mm 范围内黄斑区 GCC 的平均厚度。所有检查由同一名经过标准化培训、经验丰富的技师完成,通过前后调节检查台位置直至获得清晰断层图像,为确保图像质量,仅采纳信号强度指数≥7 的图像进行分析;每眼连续扫描 3 次,记录其平均值用于统计分析。所有数据由两名独立研究人员分别录入并交叉核对,确保数据准确性;根据术前黄斑区 GCC 厚度测量值,采用三分位法(<P33.3、P33.3-P66.7、>P66.7)将患者分为三组:低厚度组(<43.8 μm)、中厚度组(43.8-60.4 μm)、高厚度组(>60.4 μm)。三分位界值分别为 43.8,60.4 μm。

1.2.3 治疗方法 所有入组患者由同一医疗团队配合实施超声乳化吸除人工晶状体植入联合房角分离手术治疗,操作过程符合白内障微创手术原则。常规术前检查完毕后,评估手术风险,充分告知所接受的治疗措施及可能发生的风险并签署同意书。术前 30 min 予复方托吡卡胺滴眼液点术眼散瞳,用丙美卡因滴眼液进行眼表麻醉。常规进行眼部消毒铺单,用开睑器撑开上下眼睑。在角巩膜缘处 10:00 位做手术切口,前房注入黏弹剂透明质酸钠,支撑前房,保护角膜内皮,在角膜的 3:00 位做辅助切口。用撕囊镊在晶状体前囊膜做直径约 5-6 mm 的环形连续撕囊。用平衡盐溶液进行充分水分分离晶状体皮质与囊膜,使晶状体及核分离转动,十字劈核,超声乳化吸出晶状体核,灌注抽吸残余皮质,抛光后囊。注入黏弹剂透明质酸钠撑开囊袋,植入人工晶状体调至正位,注吸黏弹剂后,在前房内注射卡巴胆碱注射液缩瞳,在房角镜辅助下评估房角关闭范围后,将玻璃酸钠针头靠近虹膜根部,缓慢注入黏弹剂,利用黏弹剂的钝性推力和分离作用钝性分离房角粘连。术中通过房角镜确认房角开放情况,见周边前房明显加深、房角重新开放后,注吸置换黏弹剂,水密封角膜缘切口,在结膜下注射地塞米松磷酸钠注射液。术毕,涂抹妥布霉素地塞米松眼膏并常规包扎。术后予妥布霉素地塞米松滴眼液、牛碱性成纤维因子眼用凝胶点眼,1 wk 后门诊复查,并根据病情逐步减量。

1.2.4 视觉质量 (1)客观视觉质量:采集所有患者术前、术后 1、3、6 mo 复查时的视力、对比敏感度、视野平均偏差数据资料。具体方法如下:1)视力:采用标准对数视力表检测最佳矫正视力,转换为 LogMAR 值进行统计分析,LogMAR 值越低,视力越好;2)对比敏感度:采用对比敏感度仪检测,记录 3 c/d(低频)、6 c/d(中频)、12 c/d(高频)空间频率下的对比敏感度值,对比敏感度值越高,视觉细节分辨能力越好;3)视野:采用 Humphrey 视野计检测,选择 30-2 程序,记录视野平均偏差,视野平均偏差值越接近 0(负值越小),视野缺损越轻。(2)主观视觉质量:所有患者术前、术后 1、3、6 mo 复查时填写主观视觉质量(quality of vision, QoV)问卷量表,收集患者术后视觉质量的相关

信息,让患者先阅读 QoV 说明图片,再填写调查问卷,包括眩光、光晕、星芒、视力模糊等 10 个视觉症状,按症状发生的频率(由从不、偶尔、经常,所有时间分为 4 个等级,评分依次为 0-3 分)、症状的严重程度(由不严重、轻微、中等、严重分为 4 个等级,评分依次为 0-3 分)及影响生活程度 3 个维度(由不影响、稍微影响、较影响、非常影响分为 4 个等级,评分依次为 0-3 分)进行评分,各项症状总分为 0-9 分,整体问卷总分为 0-90 分,分数越低,患者术后主观视觉质量越好^[11]。所有视觉质量相关检查(视力、对比敏感度、视野)由同一组经过培训的检查技师在相同环境条件下完成;视力检查采用统一的标准对数视力表,照明条件保持一致;且 QoV 问卷由患者在安静环境下独立填写,研究人员仅作必要的指导说明,不诱导回答。

统计学分析:采用统计软件 SPSS 23.0 进行统计分析,用 *K-S* 正态分布检验计量资料正态性,符合正态分布的采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 *LSD-t* 检验;术后不同时间点视力、对比敏感度、视野平均偏差、QoV 评分比较采用重复测量方差分析,进一步两两比较采用 *LSD-t* 检验。计数资料采用 *n*(%)表示,采用 χ^2 检验;线性回归验证黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力的影响。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者基线资料比较 本研究纳入白内障合并青光眼患者 115 例 115 眼,低厚度组 31 例 31 眼,中厚度组 47 例 47 眼,高厚度组 37 例 37 眼。三组患者基线资料比较,差异无统计学意义(均 *P*>0.05),见表 1。

2.2 术后并发症情况 术后住院期间,共发生黄斑水肿 20 眼,其中低厚度组 8 眼(25.8%),中厚度组 9 眼(19.1%),高厚度组 3 眼(8.1%),三组间发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=3.848, P=0.146$)。术后发生干眼 39 眼,其中低厚度组 14 眼(45.2%),中厚度组 17 眼(36.2%),高厚度组 8 眼(21.6%),三组间发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=4.351, P=0.114$)。

2.3 三组患者不同时间视力比较 三组患者术前术后不同时间视力比较,差异有统计学意义($F_{\text{组间}}=15.896, P_{\text{组间}}<0.001; F_{\text{时间}}=691.235, P_{\text{时间}}<0.001; F_{\text{交互}}=3.197, P_{\text{交互}}=0.038$)。术前三组视力 LogMAR 值比较,差异无统计学意义(*P*>0.05);术后 1、3、6 mo,低厚度组视力 LogMAR 值高于中、高厚度组,且中厚度组高于高厚度组,差异有统计学意义(*P*<0.05)。术后 1、3、6 mo 三组患者视力 LogMAR 值较术前均降低,三组患者术后 1 mo 视力 LogMAR 值均高于术后 3、6 mo,且术后 3 mo 高于术后 6 mo,差异有统计学意义(均 *P*<0.05),见表 2。

2.4 三组患者不同时间对比敏感度比较 三组患者不同时间各空间频率下的对比敏感度比较,差异均有统计学意义(低频: $F_{\text{组间}}=42.104, P_{\text{组间}}<0.001; F_{\text{时间}}=106.826, P_{\text{时间}}<0.001; F_{\text{交互}}=2.393, P_{\text{交互}}=0.032$;中频: $F_{\text{组间}}=52.909, F_{\text{时间}}=423.762, F_{\text{交互}}=11.028$, 均 *P*<0.001;高频: $F_{\text{组间}}=50.621, P_{\text{组间}}<0.001; F_{\text{时间}}=158.470, P_{\text{时间}}<0.001; F_{\text{交互}}=2.741, P_{\text{交互}}=0.014$)。术前三组患者各空间频率对比敏感度值比较,差异无统计学意义(均 *P*>0.05);术后 1、3、6 mo,在低频、中频、高频中,低厚度组对比敏感度值低于中、高厚度组,且中厚度组低于高厚度组,差异有统计学意

表 1 三组患者基线资料比较

变量	例数	低厚度组(<i>n</i> =31)	中厚度组(<i>n</i> =47)	高厚度组(<i>n</i> =37)	<i>F</i> / <i>χ</i> ²	<i>P</i>
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	115	65.23±8.11	64.87±7.89	63.92±7.44	0.265	0.767
性别(例,%)					3.311	0.191
男	60	17(54.8)	20(42.6)	23(62.2)		
女	55	14(45.2)	27(57.4)	14(37.8)		
吸烟史(例,%)					4.769	0.092
有	33	13(41.9)	9(19.1)	11(29.7)		
无	82	18(58.1)	38(80.9)	26(70.3)		
饮酒史(例,%)					3.471	0.176
有	29	11(35.5)	8(17.0)	10(27.0)		
无	86	20(64.5)	39(83.0)	27(73.0)		
合并高血压(例,%)					4.588	0.101
是	50	17(54.8)	15(31.9)	18(48.6)		
否	65	14(45.2)	32(68.1)	19(51.4)		
合并糖尿病(例,%)					4.304	0.116
是	40	15(48.4)	12(25.5)	13(35.1)		
否	75	16(51.6)	35(74.5)	24(64.9)		
合并高脂血症(例,%)					3.868	0.145
是	35	13(41.9)	10(21.3)	12(32.4)		
否	80	18(58.1)	37(78.7)	25(67.6)		
术前晶状体核硬度分级(眼,%)					4.744	0.315
Ⅱ级	30	7(22.6)	10(21.3)	13(35.1)		
Ⅲ级	59	14(45.2)	26(55.3)	19(51.4)		
Ⅳ级	26	10(32.2)	11(23.4)	5(13.5)		
白内障病程($\bar{x}\pm s$,a)	115	4.27±1.83	4.29±1.78	4.24±1.51	0.009	0.991
术前眼压($\bar{x}\pm s$,mmHg)	115	24.32±3.12	23.85±3.45	23.35±3.74	0.668	0.515
术前角膜内皮细胞计数($\bar{x}\pm s$,cells/mm ²)	115	2499.06±273.65	2329.04±353.75	2398.22±273.06	2.830	0.063
术前眼轴长度($\bar{x}\pm s$,mm)	115	20.94±0.73	21.21±0.86	21.24±0.80	1.492	0.229
术前等效球镜($\bar{x}\pm s$,D)	115	1.35±0.98	1.23±0.89	1.25±1.00	0.165	0.848
术前后房深度($\bar{x}\pm s$,mm)	115	2.12±0.20	2.18±0.22	2.24±0.21	2.718	0.070
手术切口长度($\bar{x}\pm s$,mm)	115	2.56±0.35	2.45±0.37	2.35±0.38	2.711	0.071

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm。

表 2 三组患者术前术后不同时间视力比较($\bar{x}\pm s$,LogMAR)

分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	0.85±0.25	0.55±0.12 ^e	0.43±0.10 ^{e,g}	0.34±0.07 ^{e,g,i}
中厚度组	47	0.79±0.27	0.42±0.10 ^{a,e}	0.35±0.08 ^{a,e,g}	0.28±0.08 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	0.73±0.24	0.30±0.09 ^{a,c,e}	0.26±0.07 ^{a,c,e,g}	0.20±0.06 ^{a,c,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm。^a*P*<0.05 *vs* 低厚度组;^e*P*<0.05 *vs* 中厚度组;^c*P*<0.05 *vs* 术前;^g*P*<0.05 *vs* 术后 1 mo;ⁱ*P*<0.05 *vs* 术后 3 mo。

义(均 *P*<0.05)。术后 1、3、6 mo 三组患者对比敏感度值较术前均升高,三组患者术后 1 mo 对比敏感度值均低于术后 3、6 mo,且术后 3 mo 低于术后 6 mo,差异有统计学意义(均 *P*<0.05),见表 3–5。

2.5 三组患者不同时间视野平均偏差比较 三组患者术前术后不同时间视野平均偏差值比较,差异有统计学意义($F_{\text{组间}}=8.286$; $P_{\text{组间}}<0.001$; $F_{\text{时间}}=80.955$, $P_{\text{时间}}<0.001$; $F_{\text{交互}}=2.732$, $P_{\text{交互}}=0.045$)。术前三组视野平均偏差值两两比较,差异无统计学意义(均 *P*>0.05);术后 1、3、6 mo,低厚度组视野平均偏差值(负值偏离 0 的程度更大)低于中、高厚度组,且中厚度组低于高厚度组,差异有统计学意义(均 *P*<0.05)。术后 1、3、6 mo 三组患者视野平均偏差

均较术前升高,三组患者术后 1 mo 视野平均偏差值均低于术后 3、6 mo,且术后 3 mo 低于术后 6 mo,差异有统计学意义(均 *P*<0.05),见表 6。

2.6 三组患者不同时间 QoV 评分比较 三组患者术前术后不同时间 QoV 评分比较,差异有统计学意义($F_{\text{组间}}=33.757$, $F_{\text{时间}}=755.235$, $F_{\text{交互}}=11.815$,均 *P*<0.001)。术前三组 QoV 评分两两比较,差异无统计学意义(均 *P*>0.05);术后 1、3、6 mo,低厚度组 QoV 评分高于中、高厚度组,且中厚度组高于高厚度组,差异有统计学意义(均 *P*<0.05)。术后 1、3、6 mo 三组患者 QoV 评分均较术前降低,三组患者术后 1 mo QoV 评分均高于术后 3、6 mo,且术后 3 mo 高于术后 6 mo,差异有统计学意义(均 *P*<0.05),见表 7。

2.7 术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力影响的线性回归分析 将术后 6 mo 视力作为因变量(连续变量),将术前黄斑区 GCC 厚度为自变量(连续变量)。经线性回归分析,模型拟合度良好($F=32.435, P<0.001$),术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力(LogMAR 值)有负向影响($\beta=-0.003, P<0.001$);回归方程为: $Y=0.421-0.003\times X_{\text{术前黄斑区 GCC 厚度}}$;模型决定系数 $R^2=0.223$,提示术前黄斑区 GCC 厚度可解释术后 6 mo 视力变异程度的 22.3%;术前黄斑区 GCC 厚度每减少 1 μm ,术后 6 mo LogMAR 视力值

平均增加 0.003,见表 8。

3 讨论

白内障合并 PACG 的手术治疗核心目标是控制眼压与改善视觉质量,但白内障合并 PACG 患者术后视觉质量差异较大^[12]。而视觉质量的差异往往与多种因素相关,除眼压控制、手术操作精度外,术前黄斑区神经结构完整性对术后视功能恢复的预判价值日益凸显。GCC 厚度变化可敏感反映青光眼导致的神经节细胞轴突损伤^[13]。近年来,GCC 在眼科疾病早期诊断与预后评估中的价值日

表 3 三组患者术前术后不同时间低频(3 c/d)对比敏感度比较

					$\bar{x}\pm s$
分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	1.45±0.18	1.52±0.15 ^e	1.63±0.13 ^{e,g}	1.67±0.12 ^{e,g,i}
中厚度组	47	1.48±0.16	1.63±0.14 ^{a,e}	1.72±0.13 ^{a,e,g}	1.76±0.10 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	1.51±0.17	1.71±0.13 ^{a,e,e}	1.80±0.12 ^{a,e,e,g}	1.89±0.10 ^{a,e,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm ;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm ;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm 。^a $P<0.05$ vs 低厚度组;^e $P<0.05$ vs 中厚度组;^e $P<0.05$ vs 术前;^g $P<0.05$ vs 术后 1 mo;ⁱ $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 4 三组患者术前术后不同时间中频(6 c/d)对比敏感度比较

					$\bar{x}\pm s$
分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	1.01±0.14	1.12±0.15 ^e	1.28±0.12 ^{e,g}	1.33±0.11 ^{e,g,i}
中厚度组	47	1.05±0.15	1.35±0.12 ^{a,e}	1.48±0.14 ^{a,e,g}	1.52±0.13 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	1.09±0.16	1.45±0.13 ^{a,e,e}	1.56±0.11 ^{a,e,e,g}	1.62±0.10 ^{a,e,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm ;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm ;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm 。^a $P<0.05$ vs 低厚度组;^e $P<0.05$ vs 中厚度组;^e $P<0.05$ vs 术前;^g $P<0.05$ vs 术后 1 mo;ⁱ $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 5 三组患者术前术后不同时间高频(12 c/d)对比敏感度比较

					$\bar{x}\pm s$
分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	0.62±0.12	0.70±0.10 ^e	0.78±0.09 ^{e,g}	0.92±0.10 ^{e,g,i}
中厚度组	47	0.66±0.13	0.80±0.12 ^{a,e}	0.88±0.12 ^{a,e,g}	0.96±0.09 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	0.69±0.10	0.88±0.11 ^{a,e,e}	0.95±0.11 ^{a,e,e,g}	1.04±0.10 ^{a,e,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm ;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm ;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm 。^a $P<0.05$ vs 低厚度组;^e $P<0.05$ vs 中厚度组;^e $P<0.05$ vs 术前;^g $P<0.05$ vs 术后 1 mo;ⁱ $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 6 三组患者术前术后不同时间视野平均偏差比较

					$(\bar{x}\pm s, \text{dB})$
分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	-2.51±0.96	-2.44±0.66 ^e	-2.13±0.58 ^{e,g}	-1.86±0.52 ^{e,g,i}
中厚度组	47	-2.08±1.02	-1.96±0.50 ^{a,e}	-1.84±0.57 ^{a,e,g}	-1.62±0.53 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	-1.95±0.98	-1.63±0.47 ^{a,e,e}	-1.53±0.51 ^{a,e,e,g}	-1.34±0.41 ^{a,e,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm ;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm ;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm 。^a $P<0.05$ vs 低厚度组;^e $P<0.05$ vs 中厚度组;^e $P<0.05$ vs 术前;^g $P<0.05$ vs 术后 1 mo;ⁱ $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 7 三组患者术前术后不同时间 QoV 评分比较

					$(\bar{x}\pm s, \text{分})$
分组	例数	术前	术后 1 mo	术后 3 mo	术后 6 mo
低厚度组	31	53.26±5.26	45.65±7.22 ^e	40.16±5.06 ^{e,g}	31.48±6.34 ^{e,g,i}
中厚度组	47	52.34±6.90	39.62±6.84 ^{a,e}	31.83±5.90 ^{a,e,g}	26.21±5.49 ^{a,e,g,i}
高厚度组	37	50.19±6.65	35.41±5.88 ^{a,e,e}	25.14±5.89 ^{a,e,e,g}	19.97±6.62 ^{a,e,e,g,i}

注:低厚度组术前黄斑区 GCC 厚度<43.8 μm ;中厚度组术前黄斑区 GCC 厚度 43.8–60.4 μm ;高厚度组术前黄斑区 GCC 厚度>60.4 μm 。^a $P<0.05$ vs 低厚度组;^e $P<0.05$ vs 中厚度组;^e $P<0.05$ vs 术前;^g $P<0.05$ vs 术后 1 mo;ⁱ $P<0.05$ vs 术后 3 mo。

表 8 术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力影响的线性回归分析

指标	未标化 B 值	标准误	t	标化 β	P	$\beta(95\%CI)$	
						下限	上限
常量	0.421	0.028	15.163	–	<0.001	0.366	0.476
术前黄斑区 GCC	-0.003	0.001	-5.695	-0.472	<0.001	-0.004	-0.002

注:模型 $R^2=0.223$,调整后 $R^2=0.216, F=32.435, P<0.001$ 。

益凸显,成为研究的热点指标。因此,分析术前 GCC 厚度对白内障合并青光眼患者术后视觉质量的影响,对于深入理解术后视觉功能恢复机制、优化手术策略及个体化预后评估具有重要意义。

视觉质量评价指标包括视力、对比敏感度、视野缺损程度及患者主观视觉体验等多维度指标^[14]。本研究结果显示,三组基线资料比较无差异,但不同黄斑区 GCC 厚度患者术后不同时间视力、对比敏感度及视野平均偏差、QoV 评分均呈现显著差异,且 GCC 厚度越薄者,术后各时间视力 LogMAR 值越高,对比敏感度越低,视野平均偏差越差,QoV 评分越高,提示术前黄斑区 GCC 厚度与白内障合并青光眼患者术后视觉质量的恢复有关,即术前黄斑区 GCC 越薄,白内障合并青光眼患者术后视觉质量恢复越受限。GCC 作为视网膜内层的一组重要结构,黄斑区 GCC 包括神经纤维层、神经节细胞层和内丛状层,分别代表神经节细胞 (retinal ganglion cell, RGC) 的轴突、胞体以及树突^[15]。研究表明,RGC 胞体在大部分区域仅分布为 1 层,在视盘周围为 2-3 层,而在黄斑区可多达 8 层以上,黄斑区附近包含一半以上 RGC 胞体^[16]。因此,黄斑区 GCC 厚度的变化理论上能更加直观、独立地反映 RGC 退化和轴突损伤。RGC 是黄斑区信号传递的重要神经元,其功能损伤或者数量减少会影响视觉信号传导。故而 GCC 厚度变薄不仅预示青光眼神经损伤进展,更可能直接削弱术后视觉信号整合能力,进而影响术后视觉,导致对比敏感度下降、视野缺损加重及视力恢复受限。此外, GCC 厚度的保留提示 RGC 数量相对充裕。而白内障手术虽解决了屈光间质的透明度问题,但最终成像质量仍取决于黄斑区感光细胞和神经节细胞的完好程度^[17]。术前 GCC 厚度较薄提示神经元储备匮乏,即便屈光介质恢复透明,残存的神经节细胞也难以完全承担高分辨率图像的传导功能,进而致使视力提升受限、对比敏感度降低。此外,RGC 轴突损伤后,视网膜内神经元间的突触连接会发生结构与分子重塑,这种突触可塑性异常被认为参与调控 RGC 生存与再生潜能,进一步影响视觉回路的功能重建^[18]。黄斑区 GCC 厚度下降,代表轴突损伤和胞体丢失程度更重,视觉回路的功能重建能力更差,即使移除了晶状体混浊的干扰,视网膜层面的信号传递仍存在障碍,无法将清晰的光学信号有效传导至视觉中枢,最终影响术后视功能的改善效果。

本研究线性回归进一步验证了术前黄斑区 GCC 厚度对术后 6 mo 视力 (LogMAR 值) 有负向影响,术前 GCC 厚度每减少 1 μm ,术后 6 mo LogMAR 视力值平均增加 0.003。黄斑区 GCC 厚度直接反映 RGC 的存活数量与轴突完整性^[19]。青光眼患者黄斑区 GCC 变薄标志着 RGC 进行性凋亡和神经纤维层缺损^[20-21]。当术前黄斑区 GCC 已显著变薄时,表明 RGC 丢失已达临界阈值,即使通过白内障手术移除混浊介质,残余的 RGC 数量及功能仍不足以支撑视觉信号的有效传导。这种神经结构的不可逆损伤直接限制了术后视力的恢复。此外,术前黄斑区 GCC 变薄提示患者视网膜双极细胞-RGC 突触连接存在广泛破坏风险,最终影响术后视觉信号处理效率,导致视网膜内层神经网络重构能力下降^[22]。尽管患者经过白内障手术获得光学通路改善,但受损的神经回路无法有效处理传入信号,表现为患者术后对比敏感度下降及视野缺损;同时,中枢视觉皮层可能因长期输入减少而发生跨突触变

性,进一步削弱视觉感知能力,最终致患者术后视力恢复效果不佳。因此,黄斑区 GCC 厚度提供了一种客观、量化的神经结构指标,有助于预测白内障合并青光眼患者术后的视力恢复潜力。

本研究结果与既往文献具有一致性。Mohammadzadeh 等^[23]研究发现, GCC 是检测黄斑区结构进展的最佳测量指标,在青光眼患者中能有效检测黄斑区结构变化。Mahmoudinezhad 等^[24]研究亦表明,初始随访期间 GCC 快速变薄与更快的中心视野下降速率显著相关。上述研究主要聚焦于青光眼的诊断与随访,而本研究进一步将 GCC 的预测价值拓展至白内障联合手术的预后评估场景,验证了 GCC 厚度在合并白内障情况下的术前预测效能。Mohammadzadeh 等^[25]关于 GCC 厚度与中心视野损害纵向结构-功能关联的结论与本研究一致,但该研究的对象为早期青光眼患者。而本研究创新性聚焦于 PACG 合并白内障这一特殊人群,且在手术治疗 (超声乳化联合房角分离) 后验证了 GCC 厚度对多维度视觉质量指标的预测能力,是对现有文献的有力补充,拓展了 GCC 的临床应用场景。此外,本研究通过线性回归分析量化了术前 GCC 厚度与术后视力的效应关系 ($\beta = -0.003, R^2 = 0.223$),为临床提供了直观的术前评估依据;同时纳入客观视觉质量指标与主观 QoV 问卷,从主客观两个维度相互印证了术前神经结构完整性的预后价值。在临床实践中,OCT 测量的黄斑区 GCC 厚度可作为便捷、无创的术前评估工具,有助于分层预后判断、优化医患沟通并指导个体化围手术期管理,本研究所建立的回归方程亦为术前估算术后视力恢复上限提供了量化工具。

综上所述,术前黄斑区 GCC 厚度是白内障合并青光眼术后视觉质量的保护因素,术前 GCC 越厚,术后 1、3、6 mo 视力、对比敏感度、视野恢复越好,且术前 GCC 厚度每减少 1 μm ,术后 6 mo LogMAR 视力值平均增加 0.003,可作为术后视觉质量的术前预测指标之一。但本研究为单中心回顾性设计,样本量有限,且仅纳入原发性闭角型青光眼合并白内障患者,未涵盖开角型或继发性青光眼等其他亚型,结果的外推性受限;且仅采用 OCT 测量术前 GCC 厚度作为神经结构指标,未联合图形视网膜电图或自适应光学成像等功能学检测,评价体系较为单一。此外,受回顾性资料所限,本研究术后 GCC 厚度复查数据完整性不足,未能分析术前术后 GCC 厚度动态变化对视觉恢复的影响;同时,本研究虽基线资料组间均衡,但未将术后黄斑水肿、术前病程、基线眼压及术后眼压变化等潜在协变量纳入多因素模型,可能无法完全排除残余混杂效应;尤其黄斑水肿虽组间发生率无差异,但样本量较小,难以完全排除其对个别患者术后视力的干扰。未来需扩大样本量,开展多中心前瞻性研究,联合结构与功能检测手段,并采用多因素回归分析,进一步验证术前黄斑区 GCC 厚度对术后视觉质量的预测价值。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。
作者贡献声明: 黄祥平论文选题与修改,初稿撰写;刘凤霞文献检索,数据分析;简家曦选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献
[1] 李宁, 杨清清. 白内障合并闭角型青光眼行白内障超声乳化联合房角分离的疗效分析. 贵州医药, 2023, 47(2): 222-224.

[2] 顾喆瑶, 奚婷. 不同术式治疗原发性闭角型青光眼合并白内障患者的临床疗效分析. 检验医学与临床, 2022,19(7):978-980.

[3] 高天雨, 关徐涛, 刘瑞宝, 等. 基于 GBD 数据库中国青光眼流行病学负担分析. 眼科新进展, 2024,44(5):382-386,390.

[4] 王雪. 不同术式治疗 PAS≤180°原发性闭角型青光眼合并白内障的疗效对比. 宁夏医科大学, 2025.

[5] 杨海涛, 谭薇, 张英, 等. PHACO+IOL 植入术对早期原发性闭角型青光眼合并白内障患者术后屈光漂移及房角参数的影响. 眼视光学杂志, 2024,26(9):685-692.

[6] 李卫红, 伍玲玲. 频域相干光断层扫描辅助下黄斑区神经节细胞复合体测量用于近视人群青光眼早期诊断的价值. 山西医药杂志, 2022,51(10):1132-1134.

[7] 美国眼科学会. 眼科临床指南(第3版). 北京:人民卫生出版社, 2018:363-365.

[8] 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). 中华眼科杂志, 2020,56(8):573-586.

[9] 赵堪兴, 杨培增. 眼科学(第9版). 北京:人民卫生出版社, 2018:147-161.

[10] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 干眼临床诊疗专家共识(2013年). 中华眼科杂志, 2013,49(1):73-75.

[11] Du HY, Zhang B, Wang Z, et al. Quality of vision after myopic refractive surgeries: SMILE, FS-LASIK, and ICL. BMC Ophthalmol, 2023,23(1):291.

[12] 倪连红, 刘慧茹, 李维娜, 等. 年龄相关性白内障患者术后视觉质量的影响因素. 中华老年多器官疾病杂志, 2024,23(7):537-540.

[13] 马良, 胡立影, 石羽, 等. 不同血压水平糖尿病肾病患者黄斑区视网膜厚度特征分析. 天津医药, 2025,53(9):923-926.

[14] 陈明睿, 李建华, 陈沁芸, 等. 原发性闭角型青光眼合并白内障术后视觉质量变化及影响因素. 国际眼科杂志, 2024,24(4):545-550.

[15] 薛晓波, 胡昌辰. OCT 及 OCTA 在鞍区肿物患者视功能评估中

的应用进展. 神经疾病与精神卫生, 2025,25(10):726-731.

[16] 徐强女, 李爱军, 郭寅, 等. 黄斑视网膜厚度与原发性开角型青光眼的孟德尔随机化研究. 中华生物医学工程杂志(中英文), 2025,31(6):426-432.

[17] He HL, Song H, Meng XD, et al. Effects and prognosis of cataract surgery in patients with retinitis pigmentosa. Ophthalmol Ther, 2022,11(6):1975-1989.

[18] Qiu YX, Zhang Q, Tang JH, et al. Synaptic control of retinal ganglion cell survival and axon regeneration. Mol Neurodegener, 2026,21(1):15.

[19] Tribble JR, Hui F, Quintero H, et al. Neuroprotection in glaucoma: Mechanisms beyond intraocular pressure lowering. Mol Aspects Med, 2023,92:101193.

[20] Luo ZM, Chang KC. Cell replacement with stem cell-derived retinal ganglion cells from different protocols. Neural Regen Res, 2024,19(4):807-810.

[21] He C, Peng K, Zhu X, et al. Th1 cells contribute to retinal ganglion cell loss in glaucoma in a VCAM-1-dependent manner. J Neuroinflammation, 2024,21(1):43.

[22] 路平, 吕爱国, 吴建, 等. 原发性急性闭角型青光眼急性发作期与眼压下降后黄斑区视网膜厚度参数比较. 眼科, 2024,33(1):23-27.

[23] Mohammadzadeh V, Su E, Rabiolo A, et al. Ganglion cell complex: the optimal measure for detection of structural progression in the macula. Am J Ophthalmol, 2022,237:71-82.

[24] Mahmoudinezhad G, Moghimi S, Nishida T, et al. Association between rate of ganglion cell complex thinning and rate of central visual field loss. JAMA Ophthalmol, 2023,141(1):33-39.

[25] Mohammadzadeh V, Moghimi S, Nishida T, et al. Longitudinal structure-function relationship between macular vessel density and thickness and central visual field in early glaucoma. Ophthalmol Glaucoma, 2022,5(6):648-657.