

青光眼合并白内障患者人工晶状体选择的研究进展

郑锦豪, 李静, 宋武莲

引用: 郑锦豪, 李静, 宋武莲. 青光眼合并白内障患者人工晶状体选择的研究进展. 国际眼科杂志, 2026, 26(4): 611-617.

作者单位: (150001) 中国黑龙江省哈尔滨市, 哈尔滨医科大学第二临床医学院 哈尔滨医科大学附属第二医院

作者简介: 郑锦豪, 男, 在读硕士研究生, 研究方向: 青光眼、白内障。

通讯作者: 宋武莲, 女, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 青光眼、白内障. songwulian@163.com

收稿日期: 2025-09-04 修回日期: 2026-02-11

摘要

青光眼和白内障是全球范围内致盲的主要病因,二者在老年人群中常合并发生,给临床诊疗带来了独特的挑战。随着白内障手术技术的持续进步以及人工晶状体(IOL)设计的日趋多样化,为合并青光眼的白内障患者优化IOL的选择方案已成为眼科领域的重要研究方向。研究的核心目标是在最大限度保留视功能、控制眼压并减少术后并发症的基础上,为患者实现最佳的视觉质量。文章就合并青光眼的白内障患者IOL选择的现有研究进展进行了系统性综述。

关键词: 青光眼; 白内障; 人工晶状体

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2026.4.10

Research progress in the intraocular lens selection for patients with glaucoma combined with cataract

Zheng Jinhao, Li Jing, Song Wulian

The Second Clinical Medical College, Harbin Medical University; the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

Correspondence to: Song Wulian. The Second Clinical Medical College, Harbin Medical University; the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China. songwulian@163.com

Received: 2025-09-04 Accepted: 2026-02-11

Abstract

Glaucoma and cataract are leading causes of blindness globally and frequently coexist in the elderly population, presenting unique challenges for clinical management. With continuous advancements in cataract surgery and the increasing diversity of intraocular lens (IOL) designs,

optimizing IOL selection for patients with both glaucoma and cataract has emerged as a critical area of research. The goal is to achieve the best possible visual quality while maximizing the preservation of visual function, controlling intraocular pressure, and minimizing postoperative complications. This review systematically summarizes current research progress regarding IOL selection for patients with glaucoma and cataract.

• KEYWORDS: glaucoma; cataract; intraocular lens

Citation: Zheng JH, Li J, Song WL. Research progress in the intraocular lens selection for patients with glaucoma combined with cataract. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026, 26(4): 611-617.

0 引言

青光眼和白内障是全球范围内导致视力损伤和失明的主要原因,尤其在老年人群中,这两种疾病的合并发生率显著升高^[1-2]。白内障的形成是由于晶状体混浊,进而引起视力下降、屈光状态改变,可严重影响患者的生活质量。而青光眼则是一类以视网膜神经节细胞及其轴突凋亡为特征的进行性视神经病变,导致特征性视野缺损,最终可致不可逆性失明。当这两种疾病同时存在时,白内障手术不仅能改善混浊晶状体引起的视力障碍,还可能对眼压控制产生积极影响^[3-6]。这些发现凸显了白内障手术在青光眼眼压管理中的重要作用。然而,青光眼患者的眼部结构和功能特点,如可能存在的瞳孔异常以及视神经损伤、视野缺损、对比敏感度(contrast sensitivity, CS)下降等,使得人工晶状体(intraocular lens, IOL)的选择变得更为复杂和谨慎^[3-4]。传统的单焦点IOL虽然能有效恢复远视力,但患者术后仍需依赖眼镜进行中近距离视物。随着患者对术后视觉质量和脱镜需求的不断提高,以及IOL技术的飞速发展,高端功能性IOL(包括老视矫正型和散光矫正型)的应用日益普及^[5-6]。这些IOL旨在提供更广阔的视觉范围和更高的脱镜率,但其光学设计可能对青光眼患者本已受损的视觉功能,如CS、眩光耐受性等产生额外影响^[7-8]。因此,在青光眼合并白内障患者中,如何平衡视力改善、眼压控制、视功能保护和患者满意度,成为IOL选择的核心挑战。本综述旨在系统梳理上述领域的研究进展,为不同亚型、不同严重程度青光眼合并白内障患者的IOL个体化选择提供更全面的决策依据。

1 IOL的类型及其在青光眼合并白内障患者中的应用评价

随着眼科手术技术和材料科学的进步,IOL的种类与功能日益丰富,为白内障患者提供了多样化选择。中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组发布的《中国

人工晶状体分类专家共识(2021)》^[9]反映了我国在IOL分类标准上的统一努力,旨在指导临床个性化选择。Lapp等^[10]亦强调了IOL选择在白内障手术中的核心地位。对于青光眼合并白内障的患者,IOL的选择需额外权衡其视觉质量需求、视功能储备及疾病本身特点,下文将结合不同类型IOL的特点及其在青光眼患者中的应用效果进行综合分析。

1.1 单焦点 IOL 单焦点 IOL(monofocal IOL)是目前临床应用最广泛的晶状体类型,也是青光眼患者最传统的“安全选择”。其光学设计相对简单,旨在提供清晰的一个焦点,通常设定为远距离视力,虽然患者术后在中近距离视物时通常需要依赖眼镜^[11-12],但这种设计带来了极大的光学优势:CS损失最小,且极少产生眩光和光晕等干扰现象。更重要的是,单焦点 IOL 的光学表现对瞳孔大小的变化不敏感。这一点对于青光眼患者至关重要,因为许多患者因长期使用缩瞳剂(如毛果芸香碱)或疾病本身导致瞳孔功能受损,单焦点 IOL 能在此类复杂的瞳孔条件下保持稳定的光学质量^[3]。

在临床应用及效果评价方面,多项研究证实了单焦点 IOL 在青光眼患者中的可靠性。Teichman 等^[3]指出,青光眼患者常伴有视网膜神经节细胞受损导致的 CS 下降,而单焦点非球面 IOL 能够校正角膜球差,从而在一定程度上补偿这种损失,而非加重负担。Kim 等^[13]的研究进一步发现,无论是标准单焦点还是增强型单焦点 IOL(enhanced monofocal IOL),在青光眼患者中都能显著改善最佳矫正视力,并能稳定或延缓视野缺损的进展。Zabriske^[4]特别强调,对于中期至晚期青光眼患者,由于其视功能受损严重,对任何可能降低视觉质量的因素都应高度警惕。

单焦点 IOL 适应条件主要涵盖各分期青光眼,特别是视神经受损严重、视野缺损显著及 CS 已大幅下降的晚期患者。由于该晶状体光学设计简单,不产生光线散射或能效损失,能够最大限度地保留剩余视功能的 CS,且不干扰术后长期的视野监测及眼底视神经分析。

1.2 增强型单焦点 IOL 增强型单焦点 IOL 是近年来兴起的一种新型 IOL,旨在填补传统单焦点与多焦点 IOL(multifocal IOL, MIOL)之间的空白。这类 IOL 通过对前表面进行改良的非球面设计或采用连续屈光力分布,在不引入由于衍射光栅造成的明显光损耗的前提下,轻微扩展了景深^[11,14]。Mencucci 等^[15]的临床研究通过量化数据证实,相比传统单焦点 IOL,增强型单焦点 IOL(ICB00)在维持优异远视力的同时,显著提升了中距离视力(UIVA, 0.28 ± 0.11 vs 0.40 ± 0.10 LogMAR, $P < 0.001$)。关键数据进一步显示,两组在 CS、客观散射指数(OSI, $P = 0.239$)以及眩光感知方面均无显著差异,这为青光眼患者提供了一个兼顾视功能与视觉质量的折中方案。

针对青光眼患者的具体应用,目前的证据显示出积极的结果。Nam 等^[16]针对早期开角型青光眼(open angle glaucoma, OAG)患者的研究进一步证实,ICB00 的未矫正 UIVA 显著优于标准单焦点 IOL(ZCB00) (0.34 ± 0.10 vs 0.41 ± 0.10 LogMAR, $P = 0.003$)。数据分析显示,增强组在离焦曲线 -1.0 D($P = 0.042$)和 -1.5 D($P = 0.026$)处视力

表现更佳,且在关键安全性指标如 CS 和视野参数(MD、PSD、VFI)上与标准组差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。Chung 等^[17]针对视野前青光眼患者的研究也支持这一观点,发现双眼植入该类 IOL 后,患者的远中近视力、离焦曲线及 CS 与无青光眼的对照组相比无显著差异,且严重眩光、光晕的发生率极低。这表明,对于视神经损伤较轻、处于疾病早期且对 UIVA 有需求的青光眼患者,增强型单焦点 IOL 是一个安全且有效的优选方案。

增强型单焦点 IOL 适应条件为早期至中期的稳定型青光眼患者,此类患者对日常视力质量要求较高(如经常使用电脑、驾车仪表盘视物),且不愿承担 MIOL 或景深延长型 IOL(extended depth of focus IOL, EDOF IOL)带来的眩光风险。它在保障视网膜成像质量与改善生活便利性之间达到了较好的平衡,是目前临床上对轻中度视神经损害患者较为理想的“功能性”选择。

1.3 MIOL MIOL 通过衍射或折射光学原理在视网膜上形成多个焦点,从而实现远、中、近全视程的清晰视力,显著提高了患者的脱镜率^[18-19]。中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组发布的《中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019年)》^[20]强调了 MIOL 在眼科临床中的日益普及,并规范了其临床应用。然而,这种高端的光学设计伴随着固有的物理缺陷,即光能的分散导致 CS 下降,以及夜间眩光、光晕等视觉干扰现象的增加^[12,21]。此外,MIOL 的成像质量对瞳孔大小、IOL 偏心以及术后残留屈光不正非常敏感,这使得其在眼部条件复杂的患者中应用受限^[22]。

由于青光眼本身即会导致 CS 下降和视野缺损,植入 MIOL 可能会产生“双重打击”,进一步加剧视觉功能障碍^[3]。Farid 等^[22]的前瞻性研究揭示了一个关键问题:MIOL 植入会导致自动视野检查(Humphrey 10-2)的平均偏差值显著降低,产生伪性视野缺损,这会严重干扰医生对青光眼病情的监测。Cao 等^[21]的荟萃分析证实,MIOL 会导致 CS 下降(均数差为 -0.06),并显著增加眩光(RR=1.91)和光晕(RR=3.08)的发生风险,这些都是青光眼患者本身就可能面临的视觉挑战。Sánchez-Sánchez 等^[23]的研究则提供了更细致的生活质量数据,他们报告了青光眼患者和干性年龄相关性黄斑变性患者植入 MIOL 后的视觉功能和患者满意度。研究指出青光眼患者植入 MIOL 后,在特定的空间频率下(如 12 c/d)CS 表现更差,健康参与者和视野前青光眼患者比周边视野缺损的青光眼或干性年龄相关性黄斑变性患者更常感知到光晕,但眩光较少。青光眼和干性年龄相关性黄斑变性患者在夜间驾驶时遇到更多困难,并且比其他参与者更频繁地需要近视眼镜。因此,目前的共识建议,对于中晚期或伴有中心视野缺损的青光眼患者,应避免使用 MIOL^[4-5]。它仅适用于经过严格筛选的早期青光眼患者,且患者需有强烈的脱镜意愿并充分理解可能面临的视觉干扰风险。

对于青光眼患者而言,MIOL 的应用存在显著争议且需极度谨慎。其适应条件仅限于极早期青光眼、高眼压症或青光眼疑诊者,且要求患者视野检查完全正常、黄斑功能良好、视觉需求极高且具备强烈的脱镜意愿。由于其衍

射环设计会将入射光线分配至多个焦点,不可避免地导致CS下降及眩光、光晕现象,这可能与青光眼本身的视功能损害产生叠加效应。因此,对于任何已有明确视野缺损或预计病程进展较快的患者,均应视为相对或绝对禁忌证。

1.4 EDOF IOL EDOF IOL是介于单焦点和多焦点之间的一种新型IOL。其设计原理是通过非衍射或衍射光学设计延长焦点深度,在提供良好远视力的同时,实现连续的中距离视力,并可能提供一定程度的功能性近视力^[14,18]。与MIOL不同,EDOF IOL(尤其是非衍射型)旨在减少衍射环带来的光学干扰,从而保留较好的CS并减少眩光和光晕^[12,14]。这种特性在理论上使其比MIOL更适合青光眼患者,因为它在提供扩展视程的同时,最大程度地减少了对受损视神经的额外光学负担。

临床研究进一步证实了EDOF IOL在青光眼患者中的应用潜力。Kerr等^[24]、Ferguson等^[25]及Urcola等^[26]对波前重塑型EDOF IOL(如Vivity)的研究一致表明,在早期至中期青光眼患者中,该IOL能提供优异的远、中及功能性近视力。Kerr等^[24]的对比研究显示,Vivity组患者的单眼UIVA为 0.06 ± 0.16 LogMAR,未矫正近视力(UNVA)为 0.29 ± 0.10 LogMAR,均显著优于单焦点组(分别为 0.39 ± 0.10 、 0.55 ± 0.18 LogMAR,均 $P<0.001$)。Ferguson等^[25]报告77%轻度青光眼患者术后UIVA达到了20/32或更好。Urcola等^[26]的研究也观察到良好的视觉功能,其术后双眼矫正远视力(CDVA)及矫正中距离视力(CIVA)分别达到了 0.00 ± 0.12 和 0.16 ± 0.14 LogMAR。在安全性与满意度方面,Vivity的光学干扰现象发生率与单焦点IOL无显著差异,且患者满意度极高(Ferguson等^[25]报道为85%,Urcola等^[26]报道为86.11%),且光学干扰现象的发生率与单焦点IOL无显著差异。Dessouky等^[27]的研究进一步证实了混合折射EDOF IOL(Lucidis)在控制良好的早期至中期POAG患者中的有效性和安全性,92.9%患者表示非常满意,且术后CS与术前视野平均偏差高度相关。然而,值得注意的是,并非所有EDOF IOL都表现一致。

在CS方面,Bissen-Miyajima等^[28]的研究表明,在早期至中期POAG患者中,EDOF IOL(ZXR00V和ZXV150-375)的视觉功能(包括CDVA和CS)不劣于单焦点IOL。然而,Bissen-Miyajima等^[29]的另一项研究发现,EDOF IOL在青光眼患者中的高空间频率CS与视野参数相关,这与单焦点IOL的表现不同,提示EDOF IOL虽然在整体CS上可能不劣于单焦点IOL,但在某些精细视觉功能方面,其与青光眼视野缺损的相互作用可能更为复杂。Bissen-Miyajima等^[29]和Takahashi等^[30]的研究提示,部分采用衍射设计的EDOF IOL仍可能像MIOL一样降低视野敏感度,干扰病情监测;而非衍射设计对视野的影响则微乎其微。因此,在为青光眼患者选择EDOF IOL时,应优先考虑对CS影响较小的非衍射类设计。Álvarez-García等^[31]的研究也提示,EDOF IOL对于不适合MIOL的患者(包括早期非进展性青光眼患者)是可行的选择,能够提供有效的视觉康复和良好的患者满意度。

因此,EDOF IOL适用于早期至部分稳定的中期青光

眼患者,特别是那些追求连续视觉质量且对CS要求比MIOL更宽容的患者。临床研究指出,EDOF IOL在提供连续视程的同时,对CS的影响相对轻微,对于视野损害局限于周边且中心视功能尚好的患者,可作为提升术后生活质量的一种尝试。

1.5 散光矫正型 IOL 散光矫正型IOL(Toric IOL)并非一种独立的光学设计类型,而是一种可以附加在单焦点、MIOL或EDOF IOL上的功能,旨在矫正患者术前存在的角膜散光。角膜散光是限制白内障术后裸眼视力提升的重要因素,对于青光眼患者而言,通过Toric IOL矫正散光可以显著优化术后的视觉质量,减少对眼镜的依赖。

Brown等^[32]的研究专门评估了Toric IOL在伴有规则角膜散光的青光眼患者中的效果,结果令人鼓舞:97%的患术后残余散光控制在1.00 D以内,未矫正远视力得到显著提升。这证明了在青光眼患者中应用Toric IOL是安全有效的。然而,其成功高度依赖于精准的术前测量和术中中对位。青光眼患者可能经历过小梁切除术或其他眼部手术,这可能会改变角膜的生物力学特性或引起不规则散光,增加了IOL度数计算和轴位确定的难度。因此,在应用Toric IOL时,术者需综合考虑手术切口对散光的影响以及囊袋稳定性,以避免因IOL旋转导致的散光矫正失败。

青光眼人群里Toric IOL的主要适应条件是合并规则角膜散光(通常 ≥ 1.0 D)的患者。在青光眼合并白内障手术中,使用Toric IOL的前提条件是患者必须具备坚固且完整的晶状体悬韧带,以确保IOL在囊袋内的长期轴位稳定性。对于剥脱综合征或既往手术史导致的悬韧带松弛者需慎用。同时,考虑到青光眼滤过手术可能引起长期角膜散光的波动,在术前生物测量时需综合评估角膜形态的稳定性。

2 青光眼患者 IOL 选择的影响因素

2.1 青光眼的类型 青光眼的类型是影响IOL选择的核心因素。不同类型的青光眼可能对眼部结构和功能产生不同的影响。对于POAG患者,其主要特征是进行性视神经损伤和视野缺损,通常不伴有房角结构异常。这类患者的白内障手术主要目标是改善视力,并尽可能降低眼压^[33-34]。Kim等^[13]的研究表明,增强型单焦点IOL在POAG患者中能提供更好的中距离视力,且不影响其他视觉结果,提示其在POAG患者中的可行性^[16]。Urcola等^[26]和Dessouky等^[27]也证实了EDOF IOL在早期稳定POAG患者中的良好效果,包括视力、屈光和患者满意度。Bissen-Miyajima等^[28]的研究也比较了衍射型EDOF IOL与单焦点IOL在POAG患者中的视觉功能,发现EDOF IOL在POAG眼中的视觉功能不劣于单焦点IOL,但在高空间频率CS方面与视野参数相关,提示其在POAG患者中是可接受的^[29]。

对于原发性闭角型青光眼(primary angle closure glaucoma, PACG)患者,白内障手术除了改善视力外,还具有显著的降眼压作用,因为摘除膨胀的晶状体可以加深前房,开放房角,从而改善房水流出,这对于控制眼压至关重要^[33-35]。陈水明等^[36]的研究显示,白内障超声乳化

IOL植入术联合房角分离术治疗急性PACG合并白内障,能有效降低眼压,提高视力,且并发症少,优于联合小梁切除术。Su等^[35]的研究也发现,在PACG患者中,白内障手术后视野进展速率显著减缓,而在POAG患者中则无显著变化,进一步强调了白内障手术在PACG管理中的重要性。因此,对于PACG患者,白内障手术本身就是一种重要的治疗手段,IOL的选择可能更侧重于其对眼压的长期影响和对视力的稳定改善,而非追求极致的脱镜率。

2.2 青光眼的严重程度 青光眼的严重程度对IOL的选择具有决定性作用,根据视野缺损的范围和深度、视网膜神经纤维层的损伤程度以及视野平均缺损值,可以将青光眼分为早期、中期和晚期。Teichman等^[3]指出,青光眼患者的视野缺损和CS下降是其重要的功能性改变。随着青光眼严重程度的增加,患者的CS通常会进一步下降,对眩光和光晕的耐受性也可能降低^[3,37]。因此,应根据青光眼的严重程度,综合考虑选择不同类型的IOL。

对于早期青光眼或视野前青光眼患者,其视力通常良好,视野缺损不明显或仅有轻微的视神经结构改变,CS可能仅有轻度下降。对于这些患者,如果对脱镜有较高期望,可以考虑增强型单焦点或EDOF IOL。Kerr等^[24]和Nam等^[16]的研究均支持增强型单焦点和EDOF IOL在早期青光眼患者中的良好效果,能提供更好的中距离视力,提高脱镜率和患者满意度,且光视现象发生率较低。Chung等^[17]也证实了增强型单焦点IOL在视野前青光眼患者中的可行性。Sánchez-Sánchez等^[23]的研究也提示,MIOL在视野前青光眼患者中可能获得较高的满意度,但仍需谨慎评估。吴仁毅等^[5]也指出,高端功能性IOL在青光眼疑似患者、高血压症患者和疾病早期控制良好的青光眼患者中往往有更好的结果。

对于中期青光眼患者,其视野缺损和CS可能已经受到一定影响,对光学干扰的耐受性降低。Zabriskie^[4]建议,随着青光眼严重程度的增加,追求术后完全脱镜的谨慎程度也应随之提高。在这种情况下,选择IOL需要更加权衡利弊。单焦点IOL仍是安全且可靠的选择,能够提供稳定的远视力。如果患者对中距离视力有较高需求,且其视野缺损不涉及中央区域,CS下降不严重,可以考虑非衍射或优化衍射设计的EDOF IOL。Dessouky等^[27]的研究支持EDOF IOL在控制良好的中期POAG患者中的应用。然而,MIOL通常不建议用于中期青光眼患者,因为Farid等^[22]研究表明其可能导致视野测试平均偏差值下降,且Cao等^[21]的荟萃分析也指出其可能降低CS并增加眩光。

对于晚期青光眼患者,其视神经损伤严重,视野缺损广泛,中心视力可能受损,CS显著下降,且对眩光和光晕的耐受性极差。在这种情况下,IOL选择的首要目标是提供最佳的远视力,并最大限度地减少任何可能加剧视觉负担的光学干扰。吴仁毅等^[5]明确指出,目前尚缺乏足够的证据支持晚期青光眼患者植入高端功能性IOL的安全性。因此,单焦点IOL是唯一推荐的选择。应避免使用任何MIOL或EDOF IOL,因为它们可能进一步损害患者有限的视觉功能,导致术后满意度极低。Zabriskie^[4]也强调,对于中期至晚期青光眼患者,某些新型IOL技术和常见的屈

光选择可能不适用。

2.3 视野缺损的类型和位置 青光眼导致的视野缺损具有多样性,其类型和位置对IOL选择的影响不容忽视。Jang等^[37]的研究表明,CS与青光眼患者的视野敏感度密切相关,且这种相关性取决于视野缺损的半视野位置。双半视野缺损的患者,其CS与视野敏感度在所有扇区均有显著相关性,而单半视野缺损的患者则相关性较弱。这提示,对于存在广泛或中央视野缺损的青光眼患者,任何可能影响CS的IOL都应慎重选择。Farid等^[22]的研究发现,MIOL植入后Humphrey视野测试的平均偏差值显著降低,这表明MIOL可能不适用于中央视野缺损不能耐受的患者。Sánchez-Sánchez等^[23]也观察到,周边视野缺损的青光眼患者植入MIOL后,CS更差,夜间驾驶困难。因此,在选择IOL时,应仔细评估患者的视野状况,特别是中央视野的完整性。

基于视野缺损程度的散光矫正策略:在伴有青光眼的白内障手术中,散光管理不仅是提高裸眼视力的手段,更是优化已受损视功能的重要环节。由于青光眼患者普遍存在CS下降,残余散光所导致的视觉模糊会产生明显的叠加效应,严重削弱患者在低对比度环境下的辨识能力。因此,精确矫正术前规则散光,对于最大化利用患者残存的视野功能具有深远的临床意义。临床医师在术前评估时,应当充分考虑到青光眼病理生理特征对光学质量的需求,将散光矫正的目标从单纯的“脱镜”提升到“视觉质量重建”的高度。

针对不同视野缺损程度的患者,散光矫正的类型与度数选择应遵循个体化的阶梯策略。对于早期或轻度视野缺损(如MD>-6 dB)的患者,其视觉需求与常规白内障患者相似,应采取积极的矫正态度。临床建议优先选择Toric单焦点IOL,并力求全矫规则角膜散光,以获得卓越的远视力,研究显示,矫正超过1.00 D的角膜散光可显著提升患者术后脱镜率^[5]。而对于中度或进展期视野缺损(MD在-6--12 dB)的患者,由于长期用药可能导致眼表受损或出现角膜不规则散光,散光度数的选择应更加审慎。此时,建议优先选用具备高对比度性能的非球面Toric IOL,并在度数预设上可考虑轻度留近(如-0.50 D),利用增加的视觉景深补偿CS的丢失。

对于进入晚期或仅存管状视野(MD<-12 dB)的极重度患者,散光管理的重心应完全聚焦于中央视野区域的光学纯净度。在此阶段,应严格避免使用任何可能导致CS进一步受损的多焦点或衍射型光学设计,即便患者有强烈的脱镜愿望。若患者伴有高度规则散光,植入Toric单焦点IOL仍具有临床价值,但需高度警惕晶状体悬韧带的稳定性(如剥脱综合征患者)。此外,对于曾接受过抗青光眼滤过术的患者,必须通过角膜地形图严格鉴别滤过泡诱导的周边角膜变平引起的不规则散光;在确定Toric IOL的型号与轴向时,应采取稳健保守的计算策略,以确保术后在有限的视野范围内实现最佳的成像质量。

2.4 既往青光眼手术史和眼部解剖结构 患者的既往青光眼手术史是IOL选择的重要考量。青光眼手术,特别是滤过性手术(如小梁切除术)后,可能改变眼部解剖结构,

如前房深度、轴长,并可能影响术后屈光状态的预测准确性^[3]。此外,滤过泡的存在可能影响角膜缘切口的选择和 IOL 植入的稳定性。Liang^[7]指出,青光眼手术后的眼部改变可能会影响功能性 IOL 植入的效果。吴仁毅等^[5]也强调,当白内障摘除术与某些青光眼手术方式相结合时,应谨慎选择功能性 IOL。

除了既往手术史,患者的瞳孔大小、晶状体悬韧带带的健康状况、角膜散光程度以及是否存在其他眼部合并症(如干眼、黄斑病变、视网膜色素上皮改变等)也都会影响 IOL 的选择^[7,38]。例如,瞳孔较小的患者可能不适合 MIOL,因为其光学设计可能在小瞳孔下表现不佳,导致视觉质量下降。对于存在显著角膜散光的患者,Toric IOL 是改善视力的重要选择,即使是青光眼患者也应考虑^[32]。Yeu 等^[38]提醒,对于有青光眼、年龄相关性黄斑变性等眼部疾病的患者,IOL 选择需要特殊考虑。

2.5 患者的视觉需求和期望 患者的视觉需求、生活方式、职业、爱好以及对术后脱镜的期望是 IOL 选择中不可或缺的主观因素^[4,38]。Zabriskie^[4]强调,眼科医生必须专业地管理青光眼患者的期望,并了解不同 IOL 选项的潜在益处和局限性。那些对脱镜有强烈需求且青光眼处于早期阶段、视功能相对良好的患者,可以考虑增强型单焦点或 EDOF IOL,以提供更广阔的视觉范围和更高的脱镜率^[16,24-25]。然而,对于那些对视觉质量要求极高、对眩光和光晕零容忍,或者青光眼已进展到中晚期阶段、视功能受损严重的患者,应优先选择单焦点 IOL,并充分告知其术后仍需配戴眼镜进行中近距离视物。

患者的个性、对风险的接受程度以及神经适应能力也应纳入考量。MIOL 需要患者具备一定的神经适应能力来处理不同焦点产生的图像,而青光眼患者的神经适应能力可能受损。因此,对于焦虑型或对视觉质量要求过于苛刻的患者,即使青光眼程度较轻,也应慎重选择功能性 IOL。

3 青光眼合并白内障患者 IOL 选择的争议与展望

尽管 IOL 技术在近年来取得了显著突破,但针对青光眼合并白内障患者的 IOL 选择仍是临床争议的焦点。目前,学界关于 MIOL 在该人群中的应用仍持谨慎态度。传统的争论点在于,MIOL 虽能提供较好的脱镜率,但其衍射设计会导致 CS 的进一步受损^[21],并可能在视野检查中产生伪像,从而干扰青光眼病程的长期监测。然而,最新的临床研究表明,针对非衍射型 EDOF IOL 的多中心评估显

示,采用波前塑形技术的新一代 IOL 在维持 CS 方面表现优异^[39],这促使学界开始重新审视轻度稳定期青光眼患者的植入标准。目前,一些研究显示,对于视觉需求较高且视野损害尚局限在周边的早期患者,非衍射型 EDOF 可作为一种折中选择^[5-6],但如何精准界定“适宜植入”的病情阈值仍是目前尚未完全解决的争议课题。

在已达成的共识方面,单焦点 IOL 凭借其卓越的光学质量、极高的 CS 以及对眼底随访零干扰的特性,依然是中晚期青光眼患者植入的“金标准”。与此同时,随着微创青光眼手术(MIGS)的普及,白内障超声乳化联合 MIGS 手术已成为处理合并症的标准路径。研究表明,这种联合方案不仅能有效控制眼压,还能通过改善眼表状态提升 IOL 的术后视觉表现。此外,对于散光度数较高且病情长期稳定的患者,植入 Toric IOL 以矫正残余散光已获得广泛认可,前提是需严格排除剥脱综合征导致的悬韧带不稳定风险。

然而,该领域仍存在诸多尚待解决的挑战:(1)生物测量的精准度问题,尤其是在经历过小梁切除术等滤过性手术的患眼中,角膜散光的变化与前房深度的波动使得传统 IOL 计算公式的准确性受到挑战,迫切需要更多新型公式在青光眼解剖结构下的验证数据。(2)缺乏关于高端 IOL 在青光眼进展过程中长期视觉质量表现的大样本随访研究。当患者视野缺损进一步加重时,原本植入的 EDOF 或 MIOL 是否会加速视觉功能的衰退,目前尚缺乏长期的前瞻性证据。未来的研究应侧重于建立多维度的评价体系,结合患者的视野受损程度、CS 储备以及生活质量诉求,开发更具个体化的 IOL 选择预测模型。

4 总结

青光眼合并白内障诊疗复杂性在于如何在改善白内障引起的视力障碍的同时,最大限度地保护青光眼患者本已受损的视功能,并有效控制眼压。IOL 的选择在此过程中扮演着至关重要的角色,直接影响患者术后的视觉质量和生活满意度。因此,IOL 选择是一个多维度、个体化的决策过程。眼科医生需要全面评估青光眼患者的眼部状况、疾病特点、既往史、视觉需求(对脱镜的期望、对视觉质量的偏好、生活方式和职业)和 IOL 的光学特性,才能做出最有利于提高患者视觉质量的合理选择。针对青光眼患者如何选择不同类型的 IOL,本文已将相关考量总结于表 1。临床决策的关键,在于权衡患者对屈光矫正的需求与其青光眼病理损伤之间的相互影响。

表 1 不同类型 IOL 在青光眼患者中的适用性及临床考量

IOL 类型	核心优势	潜在风险/局限性	建议适用人群
单焦点 IOL	CS 最佳;无光学干扰;不影响视野检测。	无调节能力,术后需配戴近视镜。	所有阶段,尤其是晚期、视野严重缺损或 CS 极差者。
散光矫正型 IOL	有效矫正规则散光,显著提升裸眼远视力。	需关注轴位稳定性;悬韧带松弛者(如剥脱性青光眼)易旋转。	各阶段伴有 ≥ 1.00 D 规则散光者;需术前确认悬韧带稳固。
景深延长型 IOL	提供连续视程(远、中视力佳);CS 优于 MIOL。	仍存在轻微光晕或眩光;可能轻微降低 CS。	早期至中度稳定期;视野缺损未累及中心且 CS 尚可者。
MIOL	卓越的脱镜率(远、中、近视力均佳)。	CS 显著下降;可能导致视野 MD 值虚假性降低;眩光明显。	慎用。仅限极早期、稳定且对脱镜有极高要求的患者。

随着屈光性白内障手术的发展,功能性 IOL 应用日益广泛。沈婷等^[40] 研究指出,双焦点 IOL 虽能提升近视力,但会增加客观散射并降低暗光下的 CS。该研究及目前多数临床评价常将青光眼列为排除标准,忽视了该群体基数大、且本身存在 CS 及视野损伤的现实,若不加区分地植入可能进一步降低 CS 的 MIOL,可能会造成视觉质量的叠加损害。本文创新性地聚焦于青光眼这一特定病理背景,综合视野缺损与视神经受损程度,提出了平衡功能性与安全性的精细化 IOL 选择策略,填补了该领域精准屈光手术规划的空白。

综上所述,青光眼合并白内障患者的 IOL 选择正从传统的“保守规避”转向“基于视觉储备的精准医疗”。临床决策的核心已不再单纯追求术后脱镜率,而是优先考量 IOL 对患者全生命周期 CS 的保护。这一理念的转变,促使临床评估从单一的视力检查演变为整合视野 MD 值、黄斑区视网膜神经节细胞复合体厚度及角膜高阶像差的多维度筛选体系,显著提升了功能性 IOL 在早期青光眼患者中的应用安全性。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 郑锦豪论文选题与修改,初稿撰写,文献检索;李静文献检索与论文修改;宋武莲论文选题指导,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] Zhang ML, Hirunyachote P, Jampel H. Combined surgery versus cataract surgery alone for eyes with cataract and glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 2015(7):CD008671.

[2] Ling JD, Bell NP. Role of cataract surgery in the management of glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*, 2018, 58(3):87-100.

[3] Teichman JC, Ahmed IIK. Intraocular lens choices for patients with glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*, 2010, 21(2):135-143.

[4] Zabriskie N. Iol Selection considerations in glaucoma Patients. 2014. <https://glaucomatoday.com/articles/2014-may-june/iol-selection-considerations-in-glaucoma-patients>.

[5] 吴仁毅, 郑檀. 高端人工晶状体在青光眼患者中应用的研究进展. *国际眼科纵览*, 2024, 48(1):1-7.

[6] Hong ASY, Ang BCH, Dorairaj E, et al. Premium intraocular lenses in glaucoma—a systematic review. *Bioengineering*, 2023, 10(9):993.

[7] Liang S. IOL selection for glaucoma patients. 2019. <https://glaucomatoday.com/articles/2019-nov-dec/iol-selection-for-glaucoma-patients>.

[8] Bhartiya S, Sharma A, Ichhpujani P. Premium IOLs in glaucoma. *J Curr Glaucoma Pract*, 2013, 7(2):54-57.

[9] 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 中国人工晶状体分类专家共识(2021年). *中华眼科杂志*, 2021, 57(7):495-501.

[10] Lapp T, Wacker K, Heinz C, et al. Cataract surgery—indications, techniques, and intraocular lens selection. *Dtsch Arztebl Int*, 2023, 120(21):377-386.

[11] Corbelli E, Iuliano L, Bandello F, et al. Comparative analysis of visual outcome with 3 intraocular lenses: monofocal, enhanced monofocal, and extended depth of focus. *J Cataract Refract Surg*, 2022,

48(1):67-74.

[12] Rodov L, Reitblat O, Levy A, et al. Visual outcomes and patientsatisfaction for trifocal, extended depth of focus and monofocal intraocular lenses. *J Refract Surg*, 2019, 35(7):434-440.

[13] Kim H, Ahn J, Seo M, et al. Efficacy and safety of the enhanced monofocal intraocular lens in glaucoma of varying severity. *Sci Rep*, 2025, 15(1):4737.

[14] Nanavaty MA. Evolving generation of new Extended Depth of Focus intraocular lenses. *Eye(Lond)*, 2024, 38(Suppl 1):1-3.

[15] Mencucci R, Cennamo M, Venturi D, et al. Visual outcome, optical quality, and patient satisfaction with a new monofocal IOL, enhanced for intermediate vision: preliminary results. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46(3):378-387.

[16] Nam JW, Lee JH, Zhang HW, et al. Comparison of the visual outcomes of enhanced and standard monofocal intraocular lens implantations in eyes with early glaucoma. *J Clin Med*, 2023, 12(18):5830.

[17] Chung HS, Jang JH, Lee H, et al. Clinical outcomes after implantation of a new monofocal intraocular lens with enhanced intermediate function in patients with preperimetric glaucoma. *Front Med*, 2024, 10:1260298.

[18] Breyer DRH, Kaymak H, Ax T, et al. Multifocal Intraocular Lenses and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol*, 2017, 6(4):339-349.

[19] Zvorničanin J, Zvorničanin E. Premium intraocular lenses: The past, present and future. *J Curr Ophthalmol*, 2018, 30(4):287-296.

[20] 中华医学会眼科学分会白内障及人工晶状体学组. 中国多焦点人工晶状体临床应用专家共识(2019年). *中华眼科杂志*, 2019, 55(7):491-494.

[21] Cao K, Friedman DS, Jin SS, et al. Multifocal versus monofocal intraocular lenses for age-related cataract patients: a system review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Surv Ophthalmol*, 2019, 64(5):647-658.

[22] Farid M, Chak G, Garg S, et al. Reduction in mean deviation values in automatedperimetry in eyes with multifocal compared to monofocal intraocular lens implants. *Am J Ophthalmol*, 2014, 158(2):227-231.

[23] Sánchez-Sánchez C, Rementería-Capelo LA, Puerto B, et al. Visual function and patient satisfaction with multifocal intraocular lenses in patients with glaucoma and dry age-related macular degeneration. *J Ophthalmol*, 2021, 2021:9935983.

[24] Kerr NM, Moshegov S, Lim S, et al. Visual outcomes, spectacle independence, and patient-reported satisfaction of the vivity extended range of vision intraocular lens in patients with early glaucoma: an observational comparative study. *Clin Ophthalmol*, 2023, 17:1515-1523.

[25] Ferguson TJ, Wilson CW, Shafer BM, et al. Clinical outcomes of a non-diffractive extended depth-of-focus IOL in eyes with mild glaucoma. *Clin Ophthalmol*, 2023, 17:861-868.

[26] Urcola A, Lauzirika G, Illaramendi I, et al. Evaluation of visual, refractive, and functional outcomes after implantation of an extended depth of focus intraocular lens in patients with stable and mild glaucoma. *Ophthalmol Ther*, 2025, 14(5):1039-1051.

[27] Dessouky RAK, Aref A, Mermoud A. Clinical outcomes of an extended depth-of-focus intraocular lens in patients with glaucoma. *Int Ophthalmol*, 2024, 44(1):442.

[28] Bissen-Miyajima H, Ota Y, Taira Y, et al. Visual function after

implantation of diffractive extended depth-of-focus intraocular lenses in eyes with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmol Ther*, 2023, 12(6):3099-3108.

[29] Bissen-Miyajima H, Ota Y, Minami K, et al. Influence of visual field on visual acuity and contrast sensitivity in open-angle glaucoma eyes with monofocal and extended depth-of-focus intraocular lenses. *Ophthalmol Ther*, 2024, 13(11):2919-2929.

[30] Takahashi M, Yamashiro C, Yoshimoto T, et al. Influence of extended depth of focus intraocular lenses on visual field sensitivity. *PLoS One*, 2020, 15(9):e0237728.

[31] Álvarez-García MT, Fuente-García C, Muñoz-Puyol C, et al. Clinical outcomes with extended depth of focus intraocular lenses in cases in which multifocal lenses are not primarily recommended. *J Ophthalmol*, 2023, 2023:8814627.

[32] Brown RH, Zhong L, Bozeman CW, et al. Toric intraocular lens outcomes in patients with glaucoma. *J Refract Surg*, 2015, 31(6):366-372.

[33] Pasquali A, Varano L, Ungaro N, et al. Does cataract extraction significantly affect intraocular pressure of glaucomatous/hypertensive

eyes? meta-analysis of literature. *J Clin Med*, 2024, 13(2):508.

[34] Shah YS, Garg AK, Ramulu PY. The effect of cataract surgery on lowering intraocular pressure. *Curr Opin Ophthalmol*, 2025, 36(1):46-53.

[35] Su WW, Hsieh SS, Sun MH, et al. Comparison of visual field progression rate before and after cataract surgery in patients with open-angle and angle-closure glaucoma. *J Ophthalmol*, 2021, 2021:7655747.

[36] 陈水明, 孙俏俏, 黄玲玲, 等. 白内障超声乳化和人工晶体植入术联合房角分离术治疗急性闭角型青光眼合并白内障的疗效. *江苏医药*, 2025, 51(3):234-237.

[37] Jang JY, Lee EJ. Contrast sensitivity in glaucoma patients with visual field defects at different locations. *Sci Rep*, 2023, 13(1):40.

[38] Yeu E, Cuozzo S. Matching the patient to the intraocular lens. *Ophthalmology*, 2021, 128(11):e132-e141.

[39] McCabe C, Berdahl J, Reiser H, et al. Clinical outcomes in a U.S. registration study of a new EDOF intraocular lens with a nondiffractive design. *J Cataract Refract Surg*, 2022, 48(11):1297-1304.

[40] 沈婷, 马俊杰, 何峰英, 等. 不同类型人工晶状体植入术对白内障患者视觉质量的影响. *国际眼科杂志*, 2025, 25(3):378-383.

国际眼科杂志中文版(IES)近5年核心影响因子趋势图

