

人工晶状体 Alpha 角对连续视程人工晶状体眼视觉质量的影响

刘振¹, 周维维¹, 刘涵婧¹, 张艺¹, 朱玉广², 朱艳²

1. 山东第二医科大学 临床医学院, 山东 潍坊 261053

2. 山东第二医科大学附属医院 眼科, 山东 潍坊 261035

摘要: **目的** 探讨 IOL Alpha 角对连续视程人工晶体 (extended depth-of-field intraocular lens, EDOF IOL) 植入术后视觉质量的影响。 **方法** 选取行白内障超声乳化联合 EDOF IOLs 植入术的年龄相关性白内障患者 50 例 (50 只眼)。采用 OPD-Scan III 像差分析仪的日-夜瞳孔测量系统, 得到人工晶状体 (intraocular len, IOL) 植入术后 Alpha 角, 根据光学路径差扫描仪 III (Optical Path Difference Scan III, OPD Scan III) 测量术后 IOL Alpha 角大小分为 3 组: A 组 19 只眼 ($0 \text{ mm} < \text{Alpha 角} \leq 0.2 \text{ mm}$), B 组 19 只眼 ($0.2 \text{ mm} < \text{Alpha 角} \leq 0.4 \text{ mm}$), C 组 12 只眼 ($\text{Alpha 角} > 0.4 \text{ mm}$)。采用 OPD-Scan III 像差分析仪检测术前 Alpha 角; 术后 3 个月检测裸眼远视力 (uncorrected distance visual acuity, UDVA), OPD-Scan III 测量 EDOF IOLs 植入眼的客观视觉质量, 包括眼内高阶像差 (higher-order aberrations, HOA)、斯特列尔比 (strehl ratio, SR)、全眼 HOA、彗差 (Coma)、三叶草像差 (Trefoil) 并进行比较分析。采用视功能指数量表-14 (visual function index, VF-14) 评估患者的视功能。 **结果** 术前 Alpha 角与 IOL Alpha 角差异不具有统计学意义 ($t=0.11, P=0.915$)。经 Pearson 相关性分析, 术前 Alpha 角与 IOL Alpha 角之间呈正相关 ($r=0.983, P<0.001$)。IOL Alpha 角三组间 UDVA、眼内 HOA、SR、全眼 HOA、Coma、Trefoil 差异都具有统计学意义 (P 均 < 0.05)。眼内 HOA、SR 值及 Coma 值组间两两比较均有统计学差异 (P 均 < 0.05); Trefoil 值及全眼 HOA 值仅在 A 组与 C 组之间差异具有统计学意义 ($P=0.030, P=0.001$)。VF-14 问卷调查显示 A、B、C 组眩光或光晕的发病率分别为 47.4% (9/19)、68.4% (13/19) 和 100% (12/12), 差异具有统计学意义 ($\chi^2=9.365, P=0.009$)。 **结论** IOL Alpha 角可反映 IOL 居中性及在眼内的实际状态, 其不仅影响术后患者视觉质量、反映其术后实际视觉效果, 较大的 IOL Alpha 角还会增加术后眩光、光晕发生率, 进而影响患者生活质量。

关键词: Alpha 角; 光学路径差扫描仪 III; 连续视程人工晶体; 视觉质量

中图分类号: R776.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3770 (2026) 01-0047-07

引用格式: 刘振, 周维维, 刘涵婧, 等. 人工晶状体 Alpha 角对连续视程人工晶状体眼视觉质量的影响 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2026, 40(1): 47-53. LIU Zhen, ZHOU Weiwei, LIU Hanjing, et al. Influence of Alpha angle of intraocular lens on visual quality after the implantation of extended depth-of-field intraocular lens [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2026, 40(1): 47-53.

Influence of Alpha angle of intraocular lens on visual quality after the implantation of extended depth-of-field intraocular lens

LIU Zhen¹, ZHOU Weiwei¹, LIU Hanjing¹, ZHANG Yi¹, ZHU Yuguang², ZHU Yan²

1. School of Clinical Medicine, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, Shandong, China

2. Eye Center, The Affiliated Hospital of Shandong Second Medical University, Weifang 261035, Shandong, China

Abstract: Objective To study the effect of the IOL Alpha angle on visual quality following the implantation of the EDOF IOL (ZXR00). **Methods** A total of 50 cases (50 eyes) that underwent phacoemulsification combined with EDOF IOL implantation were included in the study. Preoperative and IOL Alpha angle assessments were conducted using the OPD Scan III wavefront aberrometer. The study eyes were then categorized into three distinct groups based on the IOL Alpha angle values ascertained: Group A (19 eyes, $0 \text{ mm} < \text{Alpha angle} \leq 0.2 \text{ mm}$), Group B (19 eyes, $0.2 \text{ mm} < \text{Alpha angle} \leq 0.4 \text{ mm}$), and Group C (12 eyes, $\text{Alpha angle} > 0.4 \text{ mm}$). UDVA was recorded three months postoperatively. The OPD Scan III was employed to evaluate intraocular aberrations, including SR, total HOA, Coma and Trefoil. The assessment of photic phenomena were conducted utilising the Visual Functioning Index-14. **Results** The preoperative and IOL Alpha angle were no statistically significant difference ($t=0.11, P=0.915$).

收稿日期: 2024-06-26

基金课题: 山东省教育发展促进会教育科研规划课题 (JCHK2023423); 潍坊医学院教育教学改革与研究课题 (2023YBD003, 2023ZX024)

通信作者: 朱艳. E-mail: zhuyg@sdsu.edu.cn; 朱玉广. E-mail: zhuyg1972@qq.com

Pearson correlation analysis revealed a significant positive correlation between the preoperative and the IOL Alpha angle ($r=0.983$, $P<0.001$). The differences in UDVA, intraocular aberration, SR, total HOA, Coma and Trefoil values among the three groups were statistically significant (all $P<0.05$). Statistically significant differences in intraocular aberrations were observed in pairwise comparisons among groups (all $P<0.05$). A statistically significant difference in Trefoil values was found between Group A and Group C ($P=0.030$), as well as in total HOA values between these two groups ($P=0.001$). The results of the questionnaire survey indicated that the prevalence of glare/halos among patients in the three groups was 47.4% (9/19), 68.4% (13/19) and 100% (12/12), respectively, with these differences being statistically significant ($\chi^2=9.365$, $P=0.009$). **Conclusion** The IOL Alpha angle may reflect the decentration and actual position of the IOL within the eye. The IOL Alpha angle may affect the postoperative visual acuity and reflect the actual visual quality after surgery. Larger IOL Alpha angle will increase the incidence of postoperative glare/halos, which may affect the patient's quality of life.

Key words: Alpha angle; Cataract; OPD-Scan III; Extended depth-of-field intraocular lens; Visual quality

多焦点人工晶体 (multifocal intraocular lens, MIOLs) 能改善白内障患者术后的远、中、近视力, 提高患者的术后视觉质量及术后满意度^[1-3]。然而, 部分患者在植入 MIOLs 后会出现术眼的干扰现象 (如眩光、光晕等), 明显影响患者的视觉质量^[4-5]。出现光学干扰现象的原因涵盖泪膜质量^[6]、瞳孔大小、人工晶状体 (intraocular lens, IOL) 倾斜、术前 Kappa 角与 Alpha 角, 术后用药^[7]等多种因素, 其中 IOL 的偏心尤为关键。有研究发现, IOL 的偏心会增加白内障术后的波前像差, 进而影响患者的视觉质量。特别对 MIOLs 而言, 光学性能对 IOL 偏心更加敏感^[7-8]。IOL Alpha 角是视轴中心与 IOL 光学中心之间的距离, 可反映 IOL 的偏心程度, 更能反映 IOL 在眼内的实际状态。基于此, 本研究应用 OPD Scan III 像差分析仪客观检测 IOL Alpha 角, 旨在探讨 IOL Alpha 角对连续视程人工晶体 (extended depth-of-field intraocular lens, EDOF IOL) 植入术后患者视觉质量的影响。

1 资料与方法

1.1 研究对象

研究为回顾性队列研究。2022 年 7 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日在山东第二医科大学附属眼科医院中心行白内障超声乳化吸除联合 EDOF IOL (ZXR00) 植入术的年龄相关性白内障患者 50 例 (50 只眼), 其中男 22 例、女 28 例; 右眼 27 例、左眼 23 例; 45~70 (56.46±6.50) 岁。其中, A 组 19 例, 男 8 例、女 11 例, 左眼 8 例、右眼 11 例, 平均年龄为 (57.52±6.34) 岁; B 组 19 例, 男 9 例、女 10 例, 左眼 9 例、右眼 10 例, 平均 (55.52±6.45) 岁; C 组 12 例, 男 5 例、女 7 例, 左眼 6 例、右眼 6 例, 平均 (56.25±7.11) 岁。

纳入标准: ①70 岁以下年龄相关性白内障患者; ②术前 Kappa 角 ≤0.5 mm (OPD-Scan III); ③角

膜表面规则, 散光度 <0.75 m⁻¹; ④眼轴长度 22.0~24.5 mm; ⑤ Emery 核硬度为 II~IV 级; ⑥手术顺利, 术中无囊膜破裂、悬韧带断裂等并发症; ⑦术后球镜屈光度在 0~0.50 m⁻¹; ⑧观察期间完成随访者。

排除标准: ①角膜散光不规则; ②瞳孔功能障碍等器质性疾病者; ③既往有眼表及眼内手术史、眼部感染、外伤史、青光眼及眼底病变等; ④术后有囊袋皱缩、PCO、Toric IOL 偏心、倾斜、眼底病变等并发症影响视觉质量的患者; ⑤未完成随访者。

本研究方案通过山东第二医科大学附属医院伦理学委员会批准 (批号: WYFY-2024KY-182), 参与受试者均被告知本次实验检查目的及注意事项, 并同意签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前 Alpha 角和术后 IOL Alpha 角的测量

采用 OPD-Scan III 测量术前 Alpha 角 (即 LDist), Alpha 角代表视轴和角膜光轴的距离。IOL Alpha 角是指视轴中心与 IOL 光学中心之间的距离。充分散瞳后, 利用 OPD-Scan III 像差分析仪 (Nidek 公司, 日本) 的日-夜瞳孔测量系统, 将可见的 IOL 边缘设定为“夜间瞳孔”, 系统给出 Kappa 角的结果 (MDist), 但实际为手术后 IOL Alpha 角 (人工晶体偏心值)。其中 IOL 均为 ZXR00 (强生公司, 美国), 基于 IOL Master 700 内置 Barrett universal II 计算公式确定 IOL 的度数。

1.2.2 手术过程

手术均由同一位眼科主任医师完成。术前常规使用复方托吡卡胺滴眼液 (美多丽) 散瞳 4 次, 盐酸丙美卡因滴眼液 (爱尔凯因) 表面麻醉 3 次。常规颞上角膜做切口, 切口宽 2.6 mm, 鼻上角膜旁切口, 连续环形撕囊, 撕囊直径约 5 mm。Centurion 超声乳化仪 (Alcon 公司, 美国) 吸除晶体核及皮质。以视轴为中心将 ZXR00 植入囊袋内, 后囊抛光, 形成

前房,水密角膜切口。并在手术结束时使用手术显微镜(Zeiss 公司,德国)确保所有的 ZXR00 的光学中心与视轴重叠。术毕使用妥布霉素地塞米松眼膏(典必殊)包眼,避免剧烈活动。术后常规抗炎治疗和随访。

1.2.3 实验分组

根据 OPD Scan III 测量的术后 IOL Alpha 角大小将患者分为 3 组:A 组 19 只眼($0\text{ mm} < \text{Alpha 角} \leq 0.2\text{ mm}$),B 组 19 只眼($0.2\text{ mm} < \text{Alpha 角} \leq 0.4\text{ mm}$),C 组 12 只眼($\text{Alpha 角} > 0.4\text{ mm}$)。

1.2.4 检测术后视力

术后 3 个月对 3 组患者进行裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity, UDVA)检查。所测量的小数视力均转换为 Log MAR UDVA 用于后续统计。

1.2.5 视觉质量评估

利用 OPD-Scan III 像差分析仪进行白内障术后视觉质量评估。患者在暗室中坐正在仪器前,摆正头位,操作者在测量前应再次确保患者的头部位置正确,嘱患者在测量时不要眨眼,眼球全程直视 Placido 盘中心指示灯,操作者则按屏幕提示完成视觉质量的测量。记录 3 组患者术后 3 个月的眼内高阶像差(higher order aberrations, HOA)、斯特列尔比(strehl ratio, SR)、全眼 HOA、Coma、Trefoil。

1.2.6 问卷调查

利用视功能指数(visual function index, VF-14)量表对患者的主观视觉质量进行问卷调查,所有患者按照双盲原则在互联网上独立完成了一份自身视觉质量及生活质量体验的在线问卷调查。主要关注患者视觉干扰症状(包括眩光、光晕),并对患者夜间眩光或光晕发生率进行统计分析。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件。正态性分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。术前 Alpha 角与术后 IOL Alpha 角之间的差异采用 t 检验,并进行 Pearson 相关性分析;年龄、眼内 HOA、全眼 HOA 和 Trefoil 值的比较采用单因素方差分析,组间比较采用 Bonferroni 方法;Coma 值和 SR 值因方差不齐,不符合正态分布,采用多独立样本 Kruskal-Wallis 秩和检验,组间比较采用成对双侧多重比较分析(Dwass-Steel-Critchlow-Fligner 方法);一般资料中性别及眼别的比较、术后视力、夜间眩光或光晕发生率比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

比较患者的一般资料,结果显示 A、B、C 组患者在年龄、性别及眼别上差异无统计学意义(见表 1)。

表 1 患者一般资料比较
Table 1 Comparison of general data of patients

分组	年龄/岁	性别/例		眼别/例	
		男	女	左	右
A 组	57.52±6.34	8	11	8	11
B 组	55.52±6.45	9	10	9	10
C 组	56.25±7.11	5	7	6	6
χ^2/F	0.193	0.142		0.208	
P	0.908	0.931		0.901	

2.2 术后视力

结果显示,A 组 UDVA 为 0(0,0),B 组 UDVA 为 0(0.10,0.10),C 组 UDVA 为 0(0,0.10),组间术后视力差异有统计学意义($\chi^2 = 7.13, P = 0.028$)。

2.3 术前 Alpha 角与术后 IOL Alpha 角的相关性评估

术前 Alpha 角与术后 IOL Alpha 角分别为($0.283\ 0 \pm 0.134\ 3$)mm 和($0.280\ 2 \pm 0.128\ 3$)mm,差异无统计学意义($t = 0.11, P = 0.915$)。Pearson 相关性分析结果显示,术前 Alpha 角与 IOL Alpha 角之间呈正相关($r = 0.983, P < 0.001$)。

2.4 客观视觉质量评估

术后 3 个月,A 组、B 组及 C 组患者的眼内

HOA、全眼 HOA 值、Trefoil 值见表 2。眼内 HOA 组间比较差异有统计学意义($F = 9.41, P = 0.004$),进一步两两比较,差异均具有统计学意义(P 均 < 0.05)。Trefoil 值三组间比较差异有统计学意义($F = 4.69, P = 0.014$),进一步两两比较,仅 A 组与 C 组 Trefoil 值之间的差异具有统计学意义($P = 0.030$)。全眼 HOA 三组间比较差异具有统计学意义($F = 4.66, P = 0.014$),进一步两两比较,仅 A 组与 C 组全眼 HOA 之间的差异具有统计学意义($P = 0.001$)。术后 A 组、B 组及 C 组的 SR 值分别为 $0.024\ 4 \pm 0.003\ 1$ 、 $0.020\ 9 \pm 0.001\ 6$ 和 $0.018\ 2 \pm 0.002\ 2$,组间差异具有统计学意义($H = 26.469, P < 0.001$),

进一步两两比较,差异均具有统计学意义(P 均 <0.05)。术后三组 Coma 值分别为 $(0.068 9 \pm 0.039 3) \mu\text{m}$ 、 $(0.125 8 \pm 0.071 9) \mu\text{m}$ 和 $(0.223 2 \pm$

$0.065 7) \mu\text{m}$,三组间比较差异具有统计学意义($H=26.614, P<0.001$),进一步两两比较,差异均具有统计学意义(P 均 <0.05)。

表 2 术后 3 个月眼内 HOA、全眼 HOA 和 Trefoil 值比较

Table 2 Comparison of intraocular HOA, total HOA and Trefoil values at three months after surgery

单位: μm

分组	眼内 HOA	全眼 HOA	Trefoil
A 组	$0.197 4 \pm 0.018 5$	$0.282 4 \pm 0.105 4$	$0.231 1 \pm 0.039 2$
B 组	$0.213 9 \pm 0.020 5$	$0.261 7 \pm 0.097 5$	$0.212 1 \pm 0.513 0$
C 组	$0.226 8 \pm 0.016 2$	$0.372 6 \pm 0.100 4$	$0.267 7 \pm 0.060 4$
F	9.410	4.690	4.660
P	0.004	0.014	0.014

2.5 VF-14 量表问卷调查

问卷调查显示:A、B 及 C 组三组患者术后眩光或光晕的发病率分别为 47.4% (9/19)、68.4% (13/19) 和 100% (12/12),组间差异具有统计学意义($\chi^2=9.37, P=0.009$)。30 位患者感觉这些光学干扰症状可以接受,对生活没有造成影响,并且随时间延长,光学干扰症状逐渐减弱。C 组有 4 位患者表示,夜间的眩光、光晕对生活影响很大,并且随着时间的延长并没有得到缓解。

3 讨论

眩光或光晕是指 IOL 植入术后 IOL 眼所产生的视觉干扰现象,影响单眼即 IOL 眼的视觉质量^[9-10]。从光学原理上讲,单焦 IOL 将所有光线会聚到一个焦点上,而多焦 IOL 采用分光设计,使光线聚焦在多个焦点上。大脑采用同时视觉原理,选择焦点处的图像而抑制本焦点外的其它图像,以提供远、近和/或中视力。因此与单焦点 IOL 相比,植入 MIOLs 的患者在术后可能会更多出现光学干扰症状(如眩光和/或光晕),这与 MIOLs 等高端晶体更复杂的**光学设计密切相关^[4]。

OPD Scan III 像差分析仪默认测量 4 mm 瞳孔孔径下的 HOA(包括 Coma 和 Trefoil)以及 SR 值,从而消除瞳孔大小对视觉质量的潜在影响。而 IOL 倾斜和屈光状态(包括离焦和散光)作为低阶像差对 HOA 的研究并不构成影响。

导致术后光学干扰症状的一个重要原因是 IOL 的偏心。研究^[11-12]指出,白内障术后 IOL 的偏心会增加术眼的波前像差,从而降低术眼的视觉质量及满意度。偏心对非球面 IOL 视觉质量的影响大于球面 IOL。Holladay 等^[11]发现,当非球面 IOL 中的偏心 $>0.4 \text{ mm}$,其光学性能会低于传统球面 IOL。而 MIOLs 的光学设计比非球面 IOL 更为复杂,对 IOL 的偏心也更为敏感^[7,13]。Qin 等^[14]研究表明,

Alpha 角 $\geq 0.4 \text{ mm}$ 时会影响暗视条件下的客观视觉质量,并可能导致植入 EDof IOL 后出现光学干扰现象。正常眼轴组 IOL Alpha 角为 $(0.23 \pm 0.13) \text{ mm}$ ^[15],因此在本研究中,选择 0.2 mm 及 0.4 mm 作为根据 Alpha 角大小分组的标准。

尽管 ZXR00 晶体中心环直径为 1.6 mm,但在本研究分组标准中,并未涵盖 0.6~0.8 mm 的范围。因为在正常眼球中,术后 IOL Alpha 角大于 0.6 mm 的情况较为罕见。在我们的研究数据中,也未观察到 IOL alpha 角超过 0.6 mm 的情况,这可能与严格的研究入组标准及相对较小的样本量有关。

Alpha 角被定义为视轴和光轴的夹角。本研究采用 OPD Scan III 像差分析仪测量 Alpha 角(LDist),它代表了视轴中心到角膜缘中心之间的距离。Cervantes-Coste 等^[16]发现同一眼的 Kappa 角在术前、术后和明暗瞳孔状态下差异很大,而 Alpha 角有较高的稳定性。因此,可以通过相对稳定的 Alpha 角来预测术后的视觉质量,较大的 Alpha 角可能导致 IOL 偏心,从而引起眩光、光晕等问题。有研究认为 Alpha 在预测 MIOLs 植入术后的视觉质量方面更为稳定^[17-18]。因此,临床上 Alpha 角常被用来预测术后 IOL 的偏心情况,并作为筛选适合 MIOLs 植入患者的标准^[19]。对于 Alpha 角 $>0.5 \text{ mm}$ 的患者,在选择 MIOLs 时应格外谨慎^[20-21]。然而术前 Alpha 角实际上反映的是角膜的居中性^[21]。

IOL Alpha 角是视轴中心与 IOL 光学中心之间的距离,其不仅能够反映 IOL 的居中性或偏心程度,而且更能揭示 IOL 在眼内的实际状态。基于此,临床建议避免使用“偏心、偏位”等带有贬义和歧视性意味的词汇,而应采用更为中性的表述,如用“IOL Alpha 角”来代替“IOL 偏心或偏位”。在本研究中,为了直观研究 IOL 的居中性或偏心程度,我们在充分散瞳后,利用 OPD-Scan III 像差分析仪的日-夜瞳孔测量系统,将可见的 IOL 边缘设定为“夜

间瞳孔”,系统提供的 Kappa 角结果(MDist),实际上代表了术后 IOL Alpha 角。

研究结果显示,术前 Alpha 角与术后 IOL Alpha 角之间差异无统计学意义。Pearson 相关性分析显示,术前 Alpha 角与 IOL Alpha 角之间呈正相关。这一发现可能归因于在研究对象的筛选过程中,选取的条件趋于理想状态,这提示临床在面对理想状态下的白内障患者时,术前的 Alpha 角对于 IOL 的选择具有重要的指导意义。然而,在高度近视眼轴较长的白内障患者中,IOL Alpha 角的变化较大^[22],使用术前 Alpha 角来预测术后 IOL 的偏心可能会产生较大偏差。相比之下,IOL Alpha 角更能够准确地反映 IOL 的居中性。

在本研究中,所有患者在手术后视力均有显著提升,尽管术后裸眼视力(UDVA)存在统计学上的差异,但没有患者对视力状况表示不满,这可能与 ZXR00 具有良好的包容性有关。

IOL Alpha 角对术后 HOA 具有显著影响。Lawu 等^[23]证实,IOL 的偏心,可能会引起 HOA 的增加,特别是 Coma 增加,严重的会直接导致视觉质量的下降。与上述结论一致,本研究揭示,较大的 IOL Alpha 角会显著增加术眼的眼内 HOA、全眼 HOA 值、Coma 值及 Trefoil 值,同时降低术眼的 SR 值,从而影响患者的术后视觉质量。其中,三组的眼内 HOA、Coma 值和 SR 值的变化在组间两两比较时,差异都具有统计意义,说明眼内 HOA、Coma 值和 SR 值的变化对 IOL Alpha 角的增大更加敏感。

研究结果显示,全眼 HOA 值和 Trefoil 值只在 A 组与 C 组之间差异具有统计学意义,在 A 组与 B 组、B 组与 C 组之间差异无统计学意义。这提示全眼 HOA 和 Trefoil 值随着 IOL Alpha 角的增加也逐渐增加,但不如眼内 HOA、Coma 值和 SR 值的变化明显。

随着非球面 IOL 球差值的增加,IOL 偏心造成的不规则散光、Coma 和 HOAs 也逐渐增加,但全眼剩余球差本身并不随着 IOL 偏心而发生改变^[23]。通常情况下,白内障术后 3 个月角膜的球差就趋于稳定。同时本研究采用的 IOL 非球面 IOL,其球差恒定为 $-0.27 \mu\text{m}$,全眼剩余球差并不随着 IOL Alpha 角的增加而发生变化。因此,研究未把球差作为研究对象。尽管 ZXR00 的包容性较好,但较大的 Alpha 角仍然会对 ZXR00 植入术后的视觉质量产生不利影响。

VF-14 量表是美国国立眼科研究所研发的针对白内障患者一种测试工具,可用于白内障术后患者

的视功能状态和生活质量的评估,具有简洁、操作简单和依从性好的优点^[24]。VF-14 量表不仅适用于双眼视觉的评估,也可用于评估单眼(即 IOL 眼)的视觉状态,特别是评估 IOL 植入所引起的光学干扰现象。VF-14 量表研究结果发现,当 IOL Alpha 角大于 0.4 mm 时,光学干扰症状的影响程度更大,较大的 IOL Alpha 角提高了眩光或光晕的发生率,甚至会妨碍患者夜间的正常生活。虽然大多数患者认为术后光学干扰症状会随着时间的延长而有所缓解,但这些光学干扰症状会影响患者术后的视觉质量及满意度。

为了尽量减小 IOL Alpha 角,手术医师植入 IOL 后,要求手术显微镜同轴角膜映光点(手术显微镜光源经角膜前表面形成的浦肯野 I 像)与 IOL 的光学中心重叠^[25]。从几何光学的角度来看,这代表浦肯野 I 像在 IOL 的投影与 IOL 的光学中心重叠,此时的 IOL Alpha 角为 0 mm ,可以获得最佳的视觉质量。

根据角膜光学成像研究,角膜映光点成像(浦肯野 I 像)不一定落在 IOL 上面,其可能位于 IOL 前面或后面,这取决于 IOL 的有效位置。更准确地说,IOL Alpha 角是 IOL 光学中心与浦肯野 I 像在 IOL 上投影的距离,而不是 IOL 光学中心与视轴中心(浦肯野 I 像)的距离。

然而,IOL 在囊袋内的位置还要受到 IOL 支撑襻与晶状体囊袋支撑力相互作用的影响,在理想情况下,可以获得 0 mm IOL Alpha 角。ZXR00 IOL 的材质为疏水性丙烯酸酯,与晶状体囊膜贴敷后有一定的粘滞性,这可在一定程度上调节 IOL 中心的最终位置,尽量减少 IOL Alpha 角。

本研究局限性在于:①样本量相对较小、纳入标准严格且随访时间短,可能会影响研究结果的普遍性;②本实验中的测量结果均基于 4 mm 瞳孔孔径,与人眼实际情况相比,仍有一定的局限性。在暗环境下,当瞳孔孔径大于 4 mm 时,人眼角膜的球差增加,导致 IOL Alpha 角的影响可能更明显。后续需要扩大样本量,延长随访时间以及模拟人眼的真实环境进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] Rampat R, Gatinel D. Multifocal and extended depth-of-focus intraocular lenses in 2020 [J]. *Ophthalmology*, 2021, 128(11): e164-e185. doi:10.1016/j.ophtha.2020.09.026
- [2] Halkiadakis I, Ntravalias T, Kollia E, et al. Screening for multifocal intraocular lens implantation in cataract patients

- in a public hospital[J]. *Int Ophthalmol*, 2024, 44(1): 151. doi:10.1007/s10792-024-03088-8
- [3] Zamora-de La Cruz D, Bartlett J, Gutierrez M, et al. Trifocal intraocular lenses versus bifocal intraocular lenses after cataract extraction among participants with presbyopia[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 1(1): CD012648. doi:10.1002/14651858.CD012648.pub3
- [4] Ukai Y, Okemoto H, Seki Y, et al. Quantitative assessment of photic phenomena in the presbyopia-correcting intraocular lens[J]. *PLoS One*, 2021, 16(12): e0260406. doi:10.1371/journal.pone.0260406
- [5] Mori Y, Miyata K, Suzuki H, et al. Clinical performance of a hydrophobic acrylic diffractive trifocal intraocular lens in a Japanese population[J]. *Ophthalmol Ther*, 2023, 12(2): 867-878. doi:10.1007/s40123-022-00634-4
- [6] 于腾飞, 李彦松, 刘振, 等. 0.2% 酒石酸溴莫尼定对连续视程人工晶体植入术后伴有光学干扰患者夜间视觉质量的影响[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2022, 36(6): 45-50. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.220
 YU Tengfei, LI Yansong, LIU Zhen, et al. Effect of bromonidine tartrate 0.2% on visual quality after phaco and extended depth of focus intraocular lens implantation with Dysphotopsia under mesopic condition[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2022, 36(6): 45-50. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.220
- [7] 李彦松, 朱玉广. 泪膜稳定性对超声乳化术后视觉质量影响的研究进展[J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2022, 36(6): 19-25. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.157
 LI Yansong, ZHU Yuguang. Research progress on the effects of tear film stability on visual quality after phacoemulsification[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2022, 36(6): 19-25. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.0.2022.157
- [8] Kim DR, Yoon YC, Whang WJ, et al. Ocular parameters associated with visual performance of enhanced monofocal intraocular lens[J]. *BMC Ophthalmol*, 2024, 24(1): 74. doi:10.1186/s12886-024-03316-w
- [9] Mamalis N. Complications of multifocal intraocular lenses: what have we learned[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2021, 47(10): 1256-1257. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000077
- [10] De la Paz M, Tsai LM. Outcomes and predictive factors in multifocal and extended depth of focus intraocular lens implantation[J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2024, 35(1): 28-33. doi:10.1097/ICU.000000000000101
- [11] Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, et al. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes[J]. *J Refract Surg*, 2002, 18(6): 683-691. doi:10.3928/1081-597X-20021101-04
- [12] McKelvie J, McArdle B, McGhee C. The influence of tilt, decentration, and pupil size on the higher-order aberration profile of aspheric intraocular lenses[J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(9): 1724-1731. doi:10.1016/j.ophtha.2011.02.025
- [13] Liu XM, Xie LX, Huang YS. Effects of decentration and tilt at different orientations on the optical performance of a rotationally asymmetric multifocal intraocular lens[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2019, 45(4): 507-514. doi:10.1016/j.jcrs.2018.10.045
- [14] Qin MM, Ji M, Zhou TQ, et al. Influence of angle alpha on visual quality after implantation of extended depth of focus intraocular lenses[J]. *BMC Ophthalmol*, 2022, 22(1): 82. doi:10.1186/s12886-022-02302-4
- [15] 孙雅慧. Alpha 角对人工晶状体植入术后视觉质量的影响[D]. 长春: 吉林大学, 2023
- [16] Cervantes-Coste G, Tapia A, Corredor-Ortega C, et al. The influence of angle alpha, angle kappa, and optical aberrations on visual outcomes after the implantation of a high-addition trifocal IOL[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(3): 896. doi:10.3390/jcm11030896
- [17] Montrimas A, Žemaitienė R, Yao K, et al. Chord mu and chord alpha as postoperative predictors in multifocal intraocular lens implantation[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2024, 262(2): 367-380. doi:10.1007/s00417-023-06098-x
- [18] Fu YN, Kou JJ, Chen DJ, et al. Influence of angle kappa and angle alpha on visual quality after implantation of multifocal intraocular lenses[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2019, 45(9): 1258-1264. doi:10.1016/j.jcrs.2019.04.003
- [19] Mahr MA, Simpson MJ, Erie JC. Angle alpha orientation and magnitude distribution in a cataract surgery population[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46(3): 372-377. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000066
- [20] He WW, Qiu XD, Zhang SH, et al. Comparison of long-term decentration and tilt in two types of multifocal intraocular lenses with OPD-Scan III aberrometer[J]. *Eye (Lond)*, 2018, 32(7): 1237-1243. doi:10.1038/s41433-018-0068-5
- [21] Grzybowski A, Eppig T. Angle alpha as predictor for improving patient satisfaction with multifocal intraocular lenses? [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021, 259(3): 563-565. doi:10.1007/s00417-020-05053-4
- [22] Xu J, Lin PM, Zhang SH, et al. Risk factors associated with intraocular lens decentration after cataract surgery[J]. *Am J Ophthalmol*, 2022, 242: 88-95. doi:10.1016/j.ajo.2022.05.005
- [23] Lawu T, Mukai K, Matsushima H, et al. Effects of decentration and tilt on the optical performance of 6 aspheric

- intraocular lens designs in a model eye[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2019, 45(5): 662-668. doi:10.1016/j.jcrs.2018.10.049
- [24] Thananjeyan AL, Siu A, Jennings A, et al. Extended depth-of-focus intraocular lens implantation in patients with age-related macular degeneration; a pilot study[J]. *Clin Ophthalmol*, 2024, 18: 451-458. doi:10.2147/OPHTH.S442931
- [25] Melki SA, Harissi-Dagher M. Coaxially sighted intraocular lens light reflex for centration of the multifocal single piece intraocular lens[J]. *Can J Ophthalmol*, 2011, 46(4): 319-321. doi:10.1016/j.jcjo.2011.06.007
(编辑:李纬)
-
- (上接第 20 页)
- [15] Wu SR, Zhu LM, Wang TT, et al. Ocular microbiota types and longitudinal microbiota alterations in patients with chronic dacryocystitis with and without antibiotic pretreatment[J]. *iMetaOmics*, 2024, 1(1): e17. doi:10.1002/imo2.17
- [16] Bispo PJM, Ung L, Chodosh J, et al. Hospital-associated multidrug-resistant MRSA lineages are trophic to the ocular surface and cause severe microbial keratitis[J]. *Front Public Health*, 2020, 8: 204. doi:10.3389/fpubh.2020.00204
- [17] Vazirani J, Wurity S, Ali MH. Multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* keratitis: risk factors, clinical characteristics, and outcomes[J]. *Ophthalmology*, 2015, 122(10): 2110-2114. doi:10.1016/j.ophtha.2015.06.007
- [18] Imai Y, Shum C, Martin DF, et al. Emergence of drug-resistant cytomegalovirus retinitis in the contralateral eyes of patients with AIDS treated with ganciclovir[J]. *J Infect Dis*, 2004, 189(4): 611-615. doi:10.1086/381394
- [19] de Jonge SW, Boldingh QJJ, Solomkin JS, et al. Effect of postoperative continuation of antibiotic prophylaxis on the incidence of surgical site infection; a systematic review and meta-analysis[J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20(10): 1182-1192. doi:10.1016/S1473-3099(20)30084-0
- [20] Dartt DA. Tear lipocalin: structure and function[J]. *Ocul Surf*, 2011, 9(3): 126-138. doi:10.1016/s1542-0124(11)70022-2
- [21] Wiesner J, Vilcinskas A. Antimicrobial peptides: the ancient arm of the human immune system[J]. *Virulence*, 2010, 1(5): 440-464. doi:10.4161/viru.1.5.12983
- [22] Xiao YY, de Paiva CS, Yu ZY, et al. Goblet cell-produced retinoic acid suppresses CD86 expression and IL-12 production in bone marrow-derived cells[J]. *Int Immunol*, 2018, 30(10): 457-470. doi:10.1093/intimm/dxy045
- [23] Solomon A, Dursun D, Liu Z, et al. Pro- and anti-inflammatory forms of interleukin-1 in the tear fluid and conjunctiva of patients with dry-eye disease[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2001, 42(10): 2283-2292
- [24] Ozkan J, Nielsen S, Diez-Vives C, et al. Temporal stability and composition of the ocular surface microbiome[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 9880. doi:10.1038/s41598-017-10494-9
- [25] Wang Y, Chen H, Xia T, et al. Characterization of fungal microbiota on normal ocular surface of humans[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2020, 26(1): 123. e9-123123. e13. doi:10.1016/j.cmi.2019.05.011
- [26] Miller D, Iovieno A. The role of microbial flora on the ocular surface[J]. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 2009, 9(5): 466-470. doi:10.1097/ACI.0b013e3283303e1b
- [27] Wiesner J, Vilcinskas A. Antimicrobial peptides: the ancient arm of the human immune system[J]. *Virulence*, 2010, 1(5): 440-464. doi:10.4161/viru.1.5.12983
(编辑:李纬)