

不同老视矫正型人工晶状体植入术后视觉质量的对比

王开芳,赵克娇,乔明超,姜静静,高文虎,王小明

引用:王开芳,赵克娇,乔明超,等. 不同老视矫正型人工晶状体植入术后视觉质量的对比. 国际眼科杂志, 2026, 26 (8): 1417-1422.

基金项目:山东省医学会青年人才托举工程资助(No.2024-GJ-0063);2025 年济南市卫生健康委科技发展计划项目(No.2025305022)

作者单位:(250200) 中国山东省济南市,济南明水眼科医院
作者简介:王开芳,在职硕士研究生,主治医师,研究方向:白内障、眼视光。

通讯作者:王小明,博士,硕士研究生导师,主任医师,白内障科主任,研究方向:屈光性白内障手术与视觉质量. 15908084280@163.com

收稿日期: 2026-01-26 修回日期: 2026-06-25

摘要

目的:对比不同老视矫正型人工晶状体(PC-IOL)植入术后的客观视觉质量和视觉相关生活质量。

方法:前瞻性非随机对照研究。收集 2023 年 9 月至 2025 年 12 月在济南明水眼科医院行白内障超声乳化摘除联合 PC-IOL 植入的白内障患者,根据植入的不同 IOL 分为三焦点组、Vivity 组、Synergy 组。术后 1 wk,1,3 mo 进行随访,测量术后裸眼远视力(UDVA)、裸眼中视力(UIVA)、裸眼近视力(UNVA)、客观散射指数(OSI)、调制传递函数截止频率(MTF-cut off)、斯特列尔比(SR)及 100%、20%、9%对比度视力(CVA);绘制术后离焦曲线;问卷调查术后视觉相关生活质量及脱镜率。

结果:本研究纳入白内障患者 101 例 101 眼[年龄 30-73 (53.8±9.7)岁],男 59 例,女 42 例。三焦点组 33 例 33 眼,年龄 30-71 (51.7±11.3)岁,男 21 例,女 12 例;Vivity 组 37 例 37 眼,年龄 36-71 (54.2±9.0)岁,男 18 例,女 19 例;Synergy 组 31 例 31 眼,年龄 30-73 (55.9±8.5)岁,男 20 例,女 11 例。术后三组间 UDVA、UIVA 无差异(均 $P>0.05$);三组间 UNVA 比较有差异($P<0.05$);不同时间点,UDVA 有差异($P<0.05$),UIVA、UNVA 无差异(均 $P>0.05$)。术后 3 mo 时,三组间 OSI、MTF-cut off、SR、100% CVA、20% CVA、9% CVA 比较有差异(均 $P<0.001$)。术后 1 mo 离焦曲线示三焦点组在+1--3 D 区间曲线衔接平稳,远中近视力良好;三组在中视力区间(-1--1.5 D),曲线平滑,过渡自然,且 LogMAR 视力均保持在 0.2 以上;在近视力区间(-2.5--3.5 D),三焦点组、Synergy 组显著优于 Vivity 组。三组间 VF-14 量表总体评分无差异($P>0.05$),在夜间驾驶机动车或非机动车方面,Vivity 组优于三焦点组及 Synergy 组。三焦点组、Vivity 组、Synergy 组术后脱镜率分别为 92.3%、54.1%、80.0%($P<0.05$)。

结论:不同类型 PC-IOL 均能有效提高白内障患者术后的全程视力,三焦点 IOL 与 EDOF IOL 的客观视觉质量存在差异,部分患者术后存在光学干扰现象而导致夜间驾驶存

在一定困难,患者主观视觉感受均较高。

关键词:白内障;人工晶状体;视觉质量;满意度;离焦曲线;脱镜率

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.8.19

Visual quality after implantation of different presbyopia-correcting intraocular lenses

Wang Kaifang, Zhao Kejiao, Qiao Mingchao, Jiang Jingjing, Gao Wenhui, Wang Xiaoming

Foundation items: Young Elite Sponsorship Program of Shandong Provincial Medical Association (No.2024-GJ-0063); 2025 Science and Technology Development Program of Jinan Municipal Health Commission(No.20250305022)

Jinan Mingshui Eye Hospital, Jinan 250200, Shandong Province, China

Correspondence to:Wang Xiaoming. Jinan Mingshui Eye Hospital, Jinan 250200, Shandong Province, China. 15908084280@163.com

Received:2026-01-26 Accepted:2026-06-25

Abstract

• **AIM:** To compare objective visual quality and vision-related quality of life after implantation of different presbyopia-correcting intraocular lenses (PC-IOLs).

• **METHODS:** A prospective, non-randomized controlled study. Cataract patients who underwent phacoemulsification combined with PC-IOL implantation at Jinan Mingshui Eye Hospital from September 2023 and December 2025 were included. These patients were divided into three groups according to the type of IOL: the Trifocal IOL group, the Vivity group, and the Synergy group. Follow-ups were conducted at 1 wk, 1 and 3 mo postoperatively. Uncorrected distance visual acuity (UDVA), uncorrected intermediate visual acuity (UIVA), and uncorrected near visual acuity (UNVA), objective scatter index (OSI), modulation transfer function cut off (MTF-cut off), and Strehl ratio (SR), as well as contrast visual acuity (CVA) at 100%, 20%, and 9% contrast were assessed. Postoperative defocus curves were plotted. Vision-related quality of life and spectacle independence were evaluated using questionnaires.

• **RESULTS:** This study included 101 cataract patients (101 eyes), aged 30-70 (53.8±9.7) y, with 59 males and 42 females. The Trifocal group consisted of 33 patients (33 eyes), aged 30-71 (51.7±11.3) y, with 21 males and 12 females; the Vivity group consisted of 37 patients (37 eyes), aged 36-71 (54.2±9.0) y, with 18 males and 19

females; and the Synergy group consisted of 31 patients (31 eyes), aged 30–73 (55.9±8.5) y, with 20 males and 11 females.No significant differences were observed among the three groups in UDVA or UIVA (all $P > 0.05$). Significant differences were found in UNVA among groups ($P < 0.05$). UDVA differed significantly across different time points ($P < 0.05$), while there were no significant differences in UIVA and UNVA (all $P > 0.05$). At 3 mo postoperatively, significant differences were found among the three groups in OSI, MTF –cut off, SR, and CVA at all contrast levels (all $P < 0.05$). The defocus curve at postoperative 1 mo showed that the Trifocal group had a smooth and continuous profile from +1.0 D to –3.0 D, providing good distance, intermediate, and near vision. All groups demonstrated smooth transitions in the intermediate range (–1.0 D to –1.5 D), with LogMAR visual acuity better than 0.2. In the near range (–2.5 D to –3.5 D), the Trifocal and Synergy groups performed significantly better than the Vivity group. No significant differences were observed in VF–14 questionnaire scores among groups ($P > 0.05$). For night driving (motorized or non–motorized), the Vivity group performed better than the Trifocal and Synergy groups. Spectacle independence rates were 92.3% in the Trifocal group, 54.1% in the Vivity group, and 80.0% in the Synergy group($P < 0.05$).

• CONCLUSION: All types of PC – IOLs can effectively improve postoperative full–range visual acuity in cataract patients. There are discrepancies in the objective visual quality between Trifocal IOLs and extended depth of focus (EDOF) IOLs. Some patients suffer from postoperative optical disturbances, which result in certain difficulties with night driving, although patients generally report favorable subjective visual perceptions.

• KEYWORDS: cataract; intraocular lens; visual quality; satisfaction; defocus curve; spectacle independence rate

Citation: Wang KF, Zhao KJ, Qiao MC, et al. Visual quality after implantation of different presbyopia –correcting intraocular lenses. Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci), 2026,26(8):1417–1422.

0 引言

近年来,多焦点人工晶状体(multifocal intraocular lens,MIOL)的使用满足了白内障患者术后的全程视力需求,但与自然视觉相比,仍存在一定的差异,MIOL的特殊设计使入眼的光能重新分配,与单焦点人工晶状体(intraocular lens,IOL)相比对比敏感度会下降,此外,MIOL有离焦和聚焦图像的叠加,容易在夜晚产生光晕、眩光以及星芒等不良感觉^[1]。随着屈光白内障摘除手术理念的普及和科学技术的不断推陈出新,各种新型的IOL相继面世并应用于临床。景深延长型(extended depth of focus,EDOF)已逐渐成为屈光性白内障手术的热门选择。其基本光学原理是创建一个单一的拉长焦点来增加焦距深度,在理论上为白内障患者提供了连续范围的高质量视觉体验,降低了MIOL光晕和眩光的发生率,提供了在不同光照条件下与单焦点IOL相当的术后视觉质量^[2]。根据延长景深的原理,EDOF IOL又分为球差型、小孔型、生物模拟型、波前重塑型、折射型、衍射型及折射–衍射型EDOF

IOL^[3]。Acrysof IQ Vivity DFT015 是一款使用非衍射技术的EDOF IOL,其采用X–Wave 技术,光学中心2.2 mm有两个表面过渡元素,以直径1 μm的中央平台拉伸入射光线,形成连续扩展焦段,直径2.2 mm的特殊光学部平移入射光线,扩大可用光能的焦距范围^[4]。Tecnis Synergy ZFR00V 则是衍射融合多焦技术设计,其消色差技术和紫光阻断技术,旨在矫正色差,减少光散射,减轻光晕、眩光和星爆^[5],由于这两款IOL在国内临床应用时间尚短,有关其植入术后视力与视觉质量的报道相对较少,本研究通过对三焦点IOL、Vivity IOL与Synergy IOL植入术后患者的客观视觉质量与视觉相关生活质量进行对比分析,力求了解不同类型IOL植入术后的视觉质量,个性化为患者进行IOL选择,以提高患者术后的生活质量及满意度。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性非随机对照研究。收集2023年9月至2025年12月在济南明水眼科医院行白内障超声乳化摘除联合老视矫正型人工晶状体(PC–IOL)植入的白内障患者。根据植入的不同IOL分为三焦点组(植入Acrysof IQ PanOptix TFNT00)、Vivity组(植入Acrysof IQ Vivity DFT015)、Synergy组(植入Tecnis Synergy ZFR00V)。纳入标准:(1)单纯性白内障患者;(2)具有清晰认知能力,在充分告知的情况下自愿选择IOL类型;(3)全身状况良好;(4)双眼手术者选取首先进行的手术眼。排除标准:(1)眼部伴有其他疾病及弱视者;(2)焦虑型人格、极端完美主义性格特征、过分挑剔且对术后视力有不切实际期望的患者;(3)术中发生并发症者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》原则,经过济南明水眼科医院医学伦理委员会批准[批件号(2023–008)],所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前检查及IOL屈光度计算 所有患者术前均接受全面的眼科检查,包括裂隙灯、视力、眼压、电脑验光、角膜内皮细胞计数、眼底检查等。使用Pentacam眼前节分析系统评估角膜光学特性;使用双通道技术视觉质量分析系统OQAS II测量视觉质量相关参数;使用光学生物测量仪(IOL Master 700)测量眼球生物学参数;采用Barrett Universal II公式计算IOL屈光度,设定目标屈光度接近于0。

1.2.2 手术方法 所有手术均由经验丰富的眼科医师完成。术前使用复方托吡卡胺滴眼液散瞳,手术在表面麻醉下进行,常规进行白内障超声乳化摘除联合IOL植入,所有患者手术顺利,无术中并发症。双眼手术患者两眼间隔2 wk左右。

1.2.3 观察指标

1.2.3.1 视力 术后1 wk,1、3 mo行裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity,UDVA)、裸眼中视力(uncorrected intermediate visual acuity,UIVA)、裸眼近视力(uncorrected near visual acuity,UNVA)检查,检查距离分别为5 m(远)、60 cm(中)、40 cm(近),结果转化为LogMAR视力进行统计分析。

1.2.3.2 客观视觉质量 使用双通道视觉质量分析系统OQAS II测量。若主观验光散光≥0.75 D,检查前需放置相应的散光片进行矫正,测量客观散射指数(objective scatter index,OSI)、调制传递函数截止频率(modulation transfer function,MTF–cut off)、斯特列尔比值(strehl ratio,

SR),100%、20%、9%对比度视力(contrast visual acuity,CVA)。

1.2.3.3 离焦曲线 术后1 mo,从+2 D到-4 D,以0.50 D为一档逐渐递减球镜度数测量患者视力,以球镜度数为X轴,LogMAR 视力为Y轴,绘制离焦曲线。

1.2.3.4 问卷 采用VF-14 视功能指数量表,共14 个问题,评价不同距离、不同场景下的主观视觉质量。每个问题分为无法完成、非常困难、中度困难、轻度困难、无困难5 个选项,分别记0、1、2、3、4 分,取平均值后乘以25 得到总分,“不适用”项不计分。统计术后3 mo 脱镜率。

统计学分析:采用SPSS26.0 软件进行统计学分析。采用Shapiro-Wilk 检验进行数据的正态性检验,计量数据符合正态分布采用 $\bar{x}\pm s$ 表示。术后多个时间点重复测量指标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;多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用Tukey 检验。计数资料用例(%)表示,比较行卡方检验和Fisher 确切检验,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料及临床情况 本研究共纳入行白内障超声乳化摘除联合PC-IOL 植入并完成随访的白内障患者101 例101 眼,年龄30-73 (53.8±9.7)岁,男59 例,女42 例。其中,三焦点组33 例33 眼,年龄30-71 (51.7±11.3)岁;Vivity 组37 例37 眼,年龄36-71 (54.2±9.0)岁;Synergy 组31 例31 眼,年龄30-73 (55.9±8.5)岁;患者白内障术前基本特征见表1,鉴于术前三组患者眼轴基线不均衡,以术前眼轴为协变量行单因素协方差分析,矫正后三组术后眼轴调整均值比较差异无统计学意义($F=0.160,P=0.853$)。

表1 三组患者术前一般特征及IOL 屈光度比较

组别	性别 (男/女,例)	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	眼轴长度 ($\bar{x}\pm s$,mm)	前房深度 ($\bar{x}\pm s$,mm)	晶状体厚度 ($\bar{x}\pm s$,mm)	角膜曲率 ($\bar{x}\pm s$,D)	角膜散光 ($\bar{x}\pm s$,D)	IOL 屈光度 ($\bar{x}\pm s$,D)
三焦点组	21/12	51.7±11.3	23.94±1.05	3.38±0.40	4.02±0.43	44.05±1.27	-0.93±0.17	19.45±3.00
Vivity 组	18/19	54.2±9.0	23.41±1.02	3.21±0.39	4.08±0.45	44.38±1.28	-0.71±0.68	20.69±2.61
Synergy 组	20/11	55.9±8.5	24.55±1.67	3.28±0.45	4.24±0.52	43.56±1.73	-0.62±0.27	18.66±3.72
χ^2/F	3.301	1.604	6.709	1.585	1.888	2.733	2.998	3.692
P	0.192	0.206	0.002	0.210	0.157	0.070	0.055	0.028

注:三焦点组植入Acrysof IQ PanOptix TFNT00;Vivity 组植入Acrysof IQ Vivity DFT015;Synergy 组植入Tecnis Synergy ZFR00V。

表2 术后不同时间点 UDVA 和 UIVA 及 UNVA 比较($\bar{x}\pm s$,LogMAR)

组别	UDVA			UIVA			UNVA		
	术后1 wk	术后1 mo	术后3 mo	术后1 wk	术后1 mo	术后3 mo	术后1 wk	术后1 mo	术后3 mo
三焦点组	0.04±0.10	0.03±0.10	0.04±0.09	-0.04±0.07	-0.03±0.07	-0.03±0.06	0.05±0.08	0.04±0.08	0.04±0.09
Vivity 组	0.11±0.10	0.05±0.06	0.05±0.09	0.00±0.06	-0.03±0.06	-0.03±0.05	0.22±0.10	0.20±0.07	0.20±0.09
Synergy 组	0.04±0.06	0.06±0.07	0.03±0.06	-0.02±0.06	-0.05±0.04	-0.04±0.04	0.09±0.11	0.06±0.09	0.07±0.08

注:三焦点组植入Acrysof IQ PanOptix TFNT00;Vivity 组植入Acrysof IQ Vivity DFT015;Synergy 组植入Tecnis Synergy ZFR00V。

表3 三组术后3 mo 客观视觉质量的比较 $\bar{x}\pm s$

组别	OSI	MTF-cut off	SR	100% CVA	20% CVA	9% CVA
三焦点组	1.73±0.72	33.31±9.81	0.15±0.05	1.12±0.32	0.75±0.26	0.41±0.17
Vivity 组	1.43±0.74	24.10±7.47	0.13±0.02	0.80±0.26	0.52±0.12	0.31±0.08
Synergy 组	2.98±0.98	16.92±5.31	0.11±0.02	0.56±0.17	0.39±0.09	0.24±0.05
F	25.914	26.855	11.172	27.737	27.154	13.286
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:三焦点组植入Acrysof IQ PanOptix TFNT00;Vivity 组植入Acrysof IQ Vivity DFT015;Synergy 组植入Tecnis Synergy ZFR00V。

2.2 三组患者术后视力比较 术后1 wk,1、3 mo 分别行UDVA、UIVA、UNVA 指标检查,UDVA 指标组别主效应差异无统计学意义($F_{\text{组别}}=1.802,P_{\text{组别}}=0.173$),时间主效应及组别与时间交互效应差异均有统计学意义($F_{\text{时间}}=3.539,P_{\text{时间}}=0.037;F_{\text{交互}}=4.151,P_{\text{交互}}=0.005$)。Vivity 组术后1 wk 与术后3 mo UDVA 差异有统计学意义($P=0.027$),其余时间点两两比较差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。UIVA 指标组别主效应、时间主效应及组别与时间交互效应差异无统计学意义($F_{\text{组别}}=0.623,P_{\text{组别}}=0.540;F_{\text{时间}}=2.071,P_{\text{时间}}=0.145;F_{\text{交互}}=1.520,P_{\text{交互}}=0.216$)。UNVA 指标组别主效应差异有统计学意义($F_{\text{组别}}=36.467,P_{\text{组别}}<0.001$),时间主效应及组别与时间交互效应差异无统计学意义($F_{\text{时间}}=1.624,P_{\text{时间}}=0.205;F_{\text{交互}}=0.162,P_{\text{交互}}=0.938$)。基于组别主效应显著进一步行两两比较,结果显示术后各时间点三焦点组与Synergy 组UNVA 差异无统计学意义($P=0.129、0.212、0.703$),三焦点组、Synergy 组的UNVA 优于Vivity 组,差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表2。

2.3 三组患者术后客观视觉质量比较 三组患者术后3 mo OSI、MTF-cut off、SR、100% CVA、20% CVA、9% CVA 比较,差异有统计学意义(均 $P<0.001$)。两两比较显示:Synergy 组术后OSI 最高,与三焦点组、Vivity 组比较差异有统计学意义(均 $P<0.05$),三焦点组与Vivity 组OSI 值差异无统计学意义($P=0.274$);三焦点组术后MTF-cut off、100% CVA、20% CVA、9% CVA 均优于Vivity 组及Synergy 组,差异有统计学意义(均 $P<0.05$);Vivity 组与Synergy 组术后SR 值、20% CVA、9% CVA 差异无统计学意义(均 $P>0.05$),见表3。

2.4 术后离焦曲线比较 术后 1 mo,三焦点组患者远中近视力良好,在+1--3.00 D 区间曲线衔接平稳。在 0 D 时,三组差异无统计学意义 ($F=2.6993, P=0.073$);在中视力区间(-1--1.5 D),三组曲线平滑,过渡自然,且 LogMAR 视力均保持在 0.2 以上,在-1.5 D 时,三组差异无统计学意义 ($F=2.418, P=0.096$);在近视力区间(-2.5--3.5 D),三焦点组、Synergy 组视力显著优于 Vivity 组,在-2.5 D 时,三组间差异有统计学意义 ($F=41.771, P<0.001$),见图 1。

2.5 术后视觉质量问卷调查 术后 3 mo 随访共回收合格量表 78 份,其中三焦点组 26 例、Vivity 组 37 例、Synergy 组 15 例,三组患者 VF-14 量表总体评分差异无统计学意义 ($P=0.595$),见表 4。未给出满分的问卷主要集中在看小字体、读书看报、做精细活、填表格或银行汇款单、夜间开车 5 个条目。条目中读书看报、夜间驾驶机动车或非机动车,三组间差异有统计学意义 ($F=4.278、3.802; P=0.018、0.028$);读书看报方面,三焦点组得分 (99.0 ± 5 分) 优于 Synergy 组 (96.7 ± 8.8 分) 及 Vivity 组 (91.2 ± 13.6 分),三焦点组与 Synergy 组得分差异无统计学意义 ($P=0.775$),与 Vivity 组差异有统计学意义 ($P=0.016$);夜间驾驶机动车或非机动车方面,Vivity 组 (99.1 ± 4.8 分) 优于三焦点组 (91.7 ± 4.9 分) 及 Synergy 组 (91.1 ± 12.4 分),但两两比较差异无统计学意义 ($P=0.066、0.067、0.987$)。其余条目三组间差异无统计学意义 (均 $P>0.05$)。在看小字体方面,Vivity 组得分为 82.4 ± 21.1 分,略低于三焦点组 (92.3 ± 11.8 分) 及 Synergy 组 (90.0 ± 12.7 分),但差异无统计学意义 ($F=2.817, P=0.066$)。

2.6 脱镜率 术后 3 mo,三焦点组脱镜率为 92.3% (24/26),7.7%患者看近需要戴镜;Vivity 组术后脱镜率为 54.1% (20/37),43.2%患者看近需要戴镜,2.7%患者看中、近距离均需戴镜;Synergy 组术后脱镜率为 80.0% (12/15),13.4%患者看近距离需要戴镜,6.6%患者看中、近距离均需戴镜,三组间脱镜率差异有统计学意义 ($P=0.002$),见表 4。

3 讨论

屈光白内障手术时代,IOL 的功能不断改良更新以满足患者术后的视力需求及视觉质量。PanOptix 三焦点 IOL 采用的非渐进式衍射光学技术,实现了中间焦点移动至 60 cm,可以满足近(40 cm)、中(60 cm)、远(无穷远)全程视力需求^[6]。Vivity IOL 采用非衍射型波前重塑技术,相较于单焦点 IOL,其可为白内障患者提供清晰的远视力和中距离视力,以及功能性近视力^[7],ZFR00V IOL 的混合设计结合了多焦点 IOL 的近视力优势和 EDOF 的宽视野和高对比度,可提供连续的高质量视力^[5],两款 EDOF IOL 虽在设计上有所不同,但均能为患者提供良好的连续视程。但由于 PC-IOL 的设计较单焦点 IOL 更为复杂,有效避免术后视觉质量的干扰及下降,才能进一步提升其满意度及生活质量。

本研究结果显示,术后 3 mo 时,三焦点组、Vivity 组、Synergy 组的 UDVA、UIVA 差异无统计学意义 (均 $P>0.05$),三焦点组、Synergy 组的 UNVA 高于 Vivity 组,差异

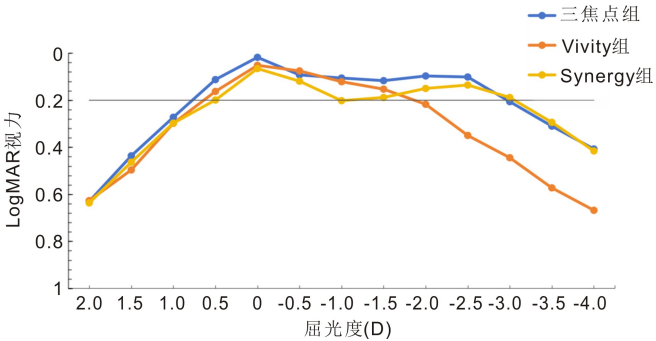


图 1 三组患者离焦曲线比较。

表 4 三组术后 3 mo VF-14 量表与脱镜率的比较

组别	例数	VF-14 量表 ($\bar{x}\pm s$, 分)	脱镜率 (%)
三焦点组	26	97.9 $\pm$ 2.7	92.3
Vivity 组	37	97.2 $\pm$ 3.4	54.1
Synergy 组	15	97.8 $\pm$ 2.4	80.0
F/Fisher 确切		0.522	
P		0.595	0.002

注:三焦点组植入 Acrysof IQ PanOptix TFNT00; Vivity 组植入 Acrysof IQ Vivity DFT015; Synergy 组植入 Tecnis Synergy ZFR00V。

均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。美国眼科学会指出,EDOF IOL 远焦点最佳矫正视力不应低于单焦点 IOL,以 0.2 LogMAR 视力为基准,超过单焦点 IOL 至少 0.5 D 的焦深;远焦点最佳矫正状态下的中焦点 (67 cm) 视力应优于单焦点 IOL;50%术眼的远焦点最佳矫正状态下的中焦点视力高于 0.2 LogMAR^[8-9]。本研究中两种 EDOF IOL 术后视力均优于该标准,并且,离焦曲线显示,在中视力区间(-1--1.5 D),EDOF IOL 曲线平滑,过渡自然,LogMAR 视力均保持在 0.2 以上;三焦点组患者远中近视力良好,在+1--3 D 区间曲线衔接平稳。李晶等^[10]的研究中 EDOF 组在 0.5--2.0 D 曲线衔接平稳,三焦点组远中近均表现良好,在她的研究中,三焦点组为 AcrySof IQ PanOptix 和 ZEISS AT LISA tri 839MP,虽然两组 IOL 均提供了良好的远近或远中近视力,但由于组内 IOL 分光设计、近用附加不同,分类统计或许能得到更为准确的结果。

本研究利用了 OQAS II 客观视觉质量分析系统来评价人眼的客观视觉质量。OSI 数值越低,视觉质量越高,MTF 反映光学系统在不同空间频率的传递能力,MTF-cut off 与视觉质量成正比,其值越大代表视觉质量越好^[11]。本研究结果显示,三焦点组术后 MTF-cut off、100% CVA、20% CVA、9% CVA 均优于 Vivity 组及 Synergy 组。100% CVA、20% CVA、9% CVA 反映了人眼在不同对比度下的视力情况,沈婷等^[12]报道了双焦点 IOL 的 OSI 值明显高于单焦点 IOL,且 20% CVA、9% CVA 明显低于单焦点组。刘敏锐等^[13]的研究中,EDOF IOL 与两焦点 IOL 在昏暗环境下,模拟对比度视力无差异。本研究中,三焦点组与 EDOF 组的客观视觉质量存在差异,三焦点组 MTF-cut off 与对比度方面优于 EDOF 组,Vivity IOL 与 Synergy IOL 在黄昏及夜晚时 CVA 差异无统计学意义 (均 $P>0.05$)。

影响屈光性白内障患者术后满意度的重要因素是光学干扰现象,光干扰与各距离视力、精神健康显著相关,且与驾驶困难相关性最高^[14]。VF-14 量表可从近视力、中远视力、日常生活、驾驶等方面共计 14 个条目来评价白内障患者术后的生活质量^[15],本研究中三组患者 VF-14 量表总体评分差异无统计学意义($P>0.05$),对于需要远中距离视力需求的操作三组均表现轻松,未给出满分的问卷主要集中在看小字体、读书看报、做精细活、填表格或银行汇款单、夜间开车 5 个条目。在近距离用眼方面,三焦点 IOL 虽提供了良好的远中近视力,但由于分光设计导致对比敏感度下降,从而使阅读小字和做精细手工存在一定困难^[16]。Vivity IOL 提供的功能性近视力更使近距离精细工作存在一定困难^[17]。Synergy 结合了 Symphony 的多焦点技术和 Achromatic 消色差技术以增加对比敏感度,其 15 个衍射环,高度、宽度、间距各不相同,可以提供从 33 cm 至远距离的区域内,0.2 LogMAR 以上的连续视力,这种特殊设计使其中近距离视力超过了其他 EDOF IOL^[18]。本研究中,在夜间驾驶机动车或非机动车方面,Vivity 组优于三焦点组及 Synergy 组,存在眩光、光晕的患者,大部分在夜间驾驶机动车或非机动车存在困难,基于 X-Wave 技术的 Vivity IOL 不会分裂光线,即使存在光学干扰现象,发生严重眩光、光晕、星爆的现象并不常见^[17],从而减少了其对生活质量的影响。Hovanesian 等^[19]对比了不同老视矫正型 IOL 在昏暗光线下注意到灯光周围眩光和光晕的程度,Vivity 组的患者注意到眩光和光晕的比例最小。张岩等^[20]的研究中 PanOptix 三焦点的眩光、光晕发生率为 27%(3/11)。Dick 等^[5]的研究结果显示,PanOptix 三焦点和 ZFR00V IOL 发生严重光晕和其他视觉症状的发生率通常相似($\leq 5\%$)。Giannuzzi 等^[4]报道了关于真实世界研究中 Acrysof IQ Vivity IOL 植入术后的功能结果和生活质量,72.5%(29/40)的患者在视觉质量问卷中获得满分,7.5%(3/40)报告了眩光、光晕和重影等视觉不良症状,这些症状均在术后第 1 mo 内出现,在随后的几个月内逐渐消失,术后 6 mo 时,所有患者均习惯了这些视觉不适,均没有进行 IOL 置换。我们既往也对三焦点植入术后不良视觉现象进行了报道,这些视物不适可能与神经适应相关,神经适应的时间因人而异^[21],对于夜间驾驶较多的患者,应谨慎选择衍射型 IOL。

在脱镜率方面,本研究结果显示三焦点组与 Synergy 组有较高的脱镜率,Ozturkmen 等^[22]的研究中,双眼均进行三焦点 IOL 植入的患者,其术后远近距离脱镜率可达 100%。Dick 等^[5]的研究中,Synergy 在术后 3 mo 的整体视力表现令人满意,许多患者在任何阅读距离上都表现出良好的视力,本研究结果与其相似。Bhasin 等^[23]对 Vivity IOL 植入术后的每只眼睛进行主观分析,95.2%(60/63)的研究对象对远视力感到满意,73%(46/63)的研究对象对中视力感到满意,22.2%(14/63)对近视力感到满意,该研究表明,Vivity IOL 植入术后患者具有良好的远距离和中距离视力,近距离活动大多需要使用较小近附加度数的眼镜。当然,对侧眼的视力状况也会影响到患者对眼镜的依赖程度,单眼植入老视矫正型 IOL 尚存在争议,本研究并

未将单眼手术患者及双眼手术患者进行单独分类,这也是本研究的局限之处,本研究术后随访时间较短,后续需延长随访时间,观察其植入术后长期的有效性。

综上所述,不同类型 PC-IOL 均能有效提高白内障患者术后的全程视力,但提供的视程范围不一,因光学设计不同,三焦点 IOL 与 EDOF IOL 的客观视觉质量存在差异,不同设计的景深延长型 IOL 术后脱镜率不同。患者主观视觉感受均较高,小部分患者术后存在光学干扰现象而导致夜间驾驶存在一定困难,术前全面评估患者眼部状况,充分了解患者的视觉需求及视觉偏好,基于 IOL 光学设计、眼部条件及视觉需求个性化选择合适的 IOL 类型,可为临床 PC-IOL 的精准优选与个性化植入提供参考依据,并可以提高患者术后的整体满意度。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 王开芳论文选题与修改,初稿撰写,数据整理与分析;赵克娇文献检索,数据收集与整理;乔明超文献检索、论文修改;姜静静、高文虎数据收集与整理;王晓明选题指导,论文修改及审阅。所有作者均阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Sachdev GS, Sachdev M. Optimizing outcomes with multifocal intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol*, 2017,65(12):1294-1300.

[2] 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.

[3] 韩雯雯,邵震,刘冬梅. 景深延长型人工晶状体的研究进展. *中华眼视光学与视觉科学杂志(中英文)*, 2025,27(3):236-240.

[4] Giannuzzi F, Carlà MM, Margollicci F, et al. Functional outcomes and quality of life after AcrySof IQ Vivity intraocular lens implantation in a real-world study. *Sci Rep*, 2024,14(1):20620.

[5] Dick HB, Ang RE, Corbett D, et al. Comparison of 3-month visual outcomes of a new multifocal intraocular lens vs a trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*, 2022,48(11):1270-1276.

[6] Sudhir RR, Dey A, Bhattacharrya S, et al. AcrySof IQ PanOptix intraocular lens versus extended depth of focus intraocular lens and trifocal intraocular lens: a clinical overview. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2019,8(4):335-349.

[7] Kohnen T, Petermann K, Böhm M, et al. Nondiffractive wavefront-shaping extended depth-of-focus intraocular lens: visual performance and patient-reported outcomes. *J Cataract Refract Surg*, 2022,48(2):144-150.

[8] MacRae S, Holladay JT, Glasser A, et al. Special report: American academy of ophthalmology task force consensus statement for extended depth of focus intraocular lenses. *Ophthalmology*, 2017, 124(1):139-141.

[9] 杜秋莹,刘晓敏,马文慧,等. 不同非衍射型景深延长型人工晶状体的体外光学性能评价. *中华眼科杂志*, 2024,60(6):494-502.

[10] 李晶,尹双,刘丽昆,等. 不同种类人工晶状体植入术后患者的客观视觉质量及视觉相关生活质量的对比研. *眼科新进展*, 2022, 42(6):452-455.

[11] 钟慧,秦虹,王慧娟,等. 三焦点人工晶状体与双焦点人工晶状体植入术后视力及视觉质量的对比. *中华眼视光与视觉科学杂志*, 2020,22(4):262-267.

[12] 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.

[13] 刘敏锐, 彭稚喜, 吴峥峥, 等. 连续视程人工晶状体与双焦点、单焦点人工晶状体植入术后患者视力、视觉质量及满意度对比分析. 眼科新进展, 2023,43(2):127-130.

[14] 张彧, 张佳晴, 林灏文, 等. 老视矫正型人工晶状体植入术后中文视觉质量问卷优选. 中华眼视光学与视觉科学杂志(中英文), 2025,27(10):767-777.

[15] 高蓉蓉, 郭燕, 陈海丝. 等. 中国版视功能指数量表的修订及其在白内障患者生活质量评估中的应用. 中华实验眼科杂志, 2016,34(9):823-828.

[16] 陈露璐, 孙璐, 唐永香, 等. 伴及不伴白内障患者使用三焦点 IOL 矫正老视的安全性及有效性. 中华眼视光学与视觉科学杂志(中英文), 2025,27(8):601-608.

[17] Kohnen T, Berdahl JP, Hong X, et al. The novel optical design and clinical classification of a wavefront-shaping presbyopia-correcting intraocular lens. Clin Ophthalmol, 2023,17:2449-2457.

[18] Chang DH, Hu JG, Lehmann RP, et al. Clinical performance of a hybrid presbyopia - correcting intraocular lens in patients undergoing cataract surgery in a multicenter trial. J Cataract Refract Surg, 2023,49(8):840-847.

[19] Hovanesian JA, Jones M, Allen Q. The vivity extended range of vision IOL vs the PanOptix trifocal, ReStor 2.5 active focus and ReStor 3.0 multifocal lenses: a comparison of patient satisfaction, visual disturbances, and spectacle independence. Clin Ophthalmol, 2022,16:145-152.

[20] 张岩, 吴元奇, 吴佳恒, 等. 三种不同 IOL 植入术后短期的视力和视觉干扰现象及脱镜率的对比. 国际眼科杂志, 2024,24(1):106-110.

[21] 王开芳, 赵克娇, 高传晶, 等. 三焦点人工晶状体植入术后早期视觉质量与立体视觉的研究. 国际眼科杂志, 2025,25(4):656-660.

[22] Ozturkmen C, Kesim C, Gunel Karadeniz P, et al. Comparative analysis of a new hybrid EDof-multifocal diffractive intraocular lens with a trifocal diffractive intraocular lens. Eur J Ophthalmol, 2022,32(5):2961-2966.

[23] Bhasin P, Sarkar D, Bhasin P, et al. Visual performance and patient satisfaction with AcrySof® IQ Vivivity® IOL: Experience from a tertiary care center in central India. Indian J Ophthalmol, 2024,72(4):554-557.