

改良 ABC 设计的非球面 IOL 植入对白内障患者术后视觉质量的影响

王洪钢^{1,2}, 罗娟², 胡艺平², 刘彧琦², 张劲松^{2,3}, 王静^{2,3}

引用: 王洪钢, 罗娟, 胡艺平, 等. 改良 ABC 设计的非球面 IOL 植入对白内障患者术后视觉质量的影响. 国际眼科杂志 2022; 22(7): 1097-1102

基金项目: 国家自然科学基金(No.81870644); 沈阳市科技计划项目公共卫生研发专项(No.21-173-9-12); 沈阳市中青年科技创新人才支持计划(No.RC210388)

作者单位:¹(114000) 中国辽宁省鞍山市中医院眼科;²(110005) 中国辽宁省沈阳市, 中国医科大学附属第四医院眼科 辽宁省晶状体学重点实验室;³(110001) 中国辽宁省沈阳市, 沈阳爱尔卓越眼科医院

作者简介: 王洪钢, 学士, 副主任医师, 研究方向: 白内障、青光眼。

通讯作者: 王静, 副教授, 副主任医师, 研究方向: 白内障、屈光手术. wj047322@163.com

收稿日期: 2021-11-22 修回日期: 2022-06-15

摘要

目的: 评估改良非球面平衡曲线(ABC)设计的非球面人工晶状体(IOL)植入术后的视觉质量, 同时进行临床 IOL 选择的影响因素分析, 指导患者的 IOL 选择方案。

方法: 前瞻性病例对照研究。选取拟行白内障超声乳化联合折叠式 IOL 植入术的单纯性白内障患者 67 例 74 眼, 其中观察组植入改良设计 IOL 23 眼 (HOYA Vivinex XY1 组), 对照组植入传统设计 IOL 51 眼 (Tecnis ZCB00 组 27 眼, IQ SN60WF 组 24 眼), 术后 1wk, 1mo 测量裸眼视力及最佳矫正视力、不同瞳孔直径下(3、4、5、6mm)全眼球差及彗差、不同瞳孔直径(3、4、5mm)下的调制传递函数(MTF)曲线、客观散射指数(OSI)、眼内散射光值 $\text{Log}(s)$ 及对比敏感度。对所得的数据进行统计学分析。

结果: 三组术后 1wk, 1mo 裸眼视力及最佳矫正视力均较术前显著提高, 组间均无差异($P>0.05$)。术后全眼球差值比较, 术后 1wk, 5、6mm 瞳孔直径下三组存在差异($P=0.045, 0.037$), 术后 1mo 6mm 瞳孔直径下三组存在差异($P=0.042$)。全眼彗差值比较, 术后 1wk, 1mo 5、6mm 瞳孔直径下三组均存在差异($P<0.05$)。术后 1wk, 1mo, 随瞳孔直径增加, Vivinex XY1 组的全眼球差值增高程度小于其他两组, HOYA Vivinex XY1 组在各个空间频率下的 MTF 值高于对照组, 组间无差异($P>0.05$); 客观散射指数、眼内散射光值 $\text{Log}(s)$ 及对比敏感度三组组间均无差异($P>0.05$)。

结论: 改良设计的 Vivinex IOL 能够降低全眼球差及彗差, 提高客观视觉质量, 为改良式非球面 IOL 的选择提供了新的方案。

关键词: 白内障; 视觉质量; 人工晶状体(IOL); 非球面平衡曲线设计(ABC)

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.7.06

Effect on postoperative visual quality with modified ABC design aspheric IOL implantation of cataract patients

Hong-Gang Wang^{1,2}, Juan Luo², Yi-Ping Hu², Yu-Qi Liu², Jin-Song Zhang^{2,3}, Jing Wang^{2,3}

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No. 81870644); Public Health Research Project of Shenyang Science and Technology Plan (No.21-173-9-12); Shenyang Youth Science and Technology Innovation Talents Support Project (No. RC210388)

¹Department of Ophthalmology, Anshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Anshan 114000, Liaoning Province, China;

²Department of Ophthalmology, the Fourth Affiliated Hospital of China Medical University; the Key Lenticular Laboratory of Liaoning Province, Shenyang 110005, Liaoning Province, China; ³Shenyang Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110001, Liaoning Province, China

Correspondence to: Jing Wang. Department of Ophthalmology, the Fourth Affiliated Hospital of China Medical University; the Key Lenticular Laboratory of Liaoning Province, Shenyang 110005, Liaoning Province, China; Shenyang Aier Excellence Eye Hospital, Shenyang 110001, Liaoning Province, China. wj047322@163.com

Received: 2021-11-22 Accepted: 2022-06-15

Abstract

• **AIM:** To evaluate the visual quality of patients after modified design aspheric balance curve (ABC) with intraocular lens (IOL) implantation, and to analyze the influencing factors of clinical IOL selection and guide the patient's IOL selection plan.

• **METHODS:** A prospective case - control study was conducted in 67 patients (74 eyes) with simple cataract underwent phacoemulsification and foldable aspheric IOL implantation, and 23 eyes in the observation group were implanted with modified design IOL (HOYA Vivinex XY1 group), the control group was implanted with 51 eyes of traditional design IOL (Tecnis ZCB00 group with 27 eyes, IQ SN60WF group with 24 eyes). The uncorrected visual acuity, the best corrected visual acuity, total ocular spherical aberration (SA) and coma under different pupil diameters (3, 4, 5, 6mm), and different pupil diameters (3, 4, 5mm) were measured 1wk and 1mo after operation, the modulation transfer function (MTF) curve, objective scattering index (OSI), intraocular scattered

light value $\log(s)$ and contrast sensitivity were obtained. Statistical analysis was performed on the obtained data.

• **RESULTS:** The uncorrected visual acuity and best corrected visual acuity at 1wk and 1mo after operation in the three groups were significantly improved compared with those before operation, there was no significant difference among groups ($P>0.05$). The difference of total ocular spherical aberration was statistically significant among the three groups with 5 and 6mm pupil diameter 1wk after operation ($P=0.045, 0.037$) and there were differences among three groups in pupil diameter of 6mm at 1mo after operation ($P=0.042$). Comparing the total ocular coma aberration, there were differences among the three groups at 1wk and 1mo after the operation at the pupil diameter of 5 and 6 mm ($P<0.05$). With the increase of pupil diameter at 1wk and 1mo after operation, the total ocular spherical aberration in the HOYA Vivinex XY1 group was lower than that in the other two groups. The MTF values of the Vivinex XY1 group were higher than those that of the control group at each spatial frequency, there was no significant difference among groups ($P>0.05$), and there were no statistical differences in objective scattering index, intraocular scattered light value $\log(s)$ and contrast sensitivity among the three groups ($P>0.05$).

• **CONCLUSION:** The improved design of the modified Vivinex IOL can reduce the total ocular spherical aberration and coma, improve the visual quality, and provide a new method for the selection of aspheric IOL.

• **KEYWORDS:** cataract; visual quality; intraocular lens (IOL); aspheric balanced curve (ABC)

Citation: Wang HG, Luo J, Hu YP, et al. Effect on postoperative visual quality with modified ABC design aspheric IOL implantation of cataract patients. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022; 22(7): 1097-1102

0 引言

白内障为全世界首位致盲眼病。随着白内障手术技术、手术仪器、人工晶状体等方面的发展,以及屈光性白内障手术理念的逐步推广,白内障手术已经从复明手术转向屈光手术,即白内障手术同时也能够矫正患者术前存在的近视、老视等屈光问题,满足患者功能性视力的需求,不仅看得见,还要看得清晰、看得舒适。我们在临床上可以发现一些白内障患者,即使视力测量指标良好,但仍存在视物模糊、清晰度差等不适主诉,因此在白内障的术后随访过程中,视觉质量需要进行综合评估与测量,包括波前像差、调制传递函数(modulation transfer function, MTF)、散射光等多种主客观视觉质量的检查,综合评定患者 IOL 植入术后的眼部视觉功能情况,以指导临床工作。HOYA Vivinex XY1 作为新型改良襟型设计的非球面 IOL,联合非球面平衡曲线设计(aspheric balanced curve, ABC)的新型光学区非球差矫正设计,是最新一代设计的非球面 IOL。该种 IOL 的支撑襟表面呈磨砂状或设有若干凹槽,在进入人眼后可与光学区自动分离,并且粗糙质感的支撑襟可以

更好地与囊袋表面咬合,光学部边缘的磨砂化可以减少眩光幻影^[1]。此外还可以降低手术风险、提高手术成功率^[2]。ABC 的光学区设计能够更好地应对偏心、倾斜等眼内 IOL 位置的改变。本研究的主要目的是观察改良 ABC 设计 IOL 对白内障术后视觉质量的影响。本研究在视力基础上,重点进行了主客观视觉质量的综合观察与评估,而这类研究尤其是新型改良 ABC 设计非球面 IOL 国内开展较少,现对初步结果总结报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性病例对照研究。选择 2018-06/2019-06 间于中国医科大学附属第四医院行白内障超声乳化联合折叠式 IOL 植入术并自愿选择 IOL 植入的患者 67 例 74 眼,患者均为单纯性年龄相关性白内障患者。纳入标准:既往无角膜病、青光眼、视网膜等影响视功能的疾病,曲率眼轴测量一致性佳,预计术后角膜散光小于 0.5D 的单纯年龄相关性白内障患者。排除标准:有眼科手术史,角膜病变,角膜散光 $>1.0D$,中重度干眼,晶状体半脱位、悬韧带松弛,眼部外伤史,黄斑病变和其他眼底疾病,影响视力的其他眼部或全身疾病,术中出现晶状体后囊破裂、悬韧带断裂,或术后出现高眼压、黄斑囊样水肿、眼前节毒性反应综合征、眼内炎等其他并发症等。根据患者意愿植入不同类别 IOL(3 种 IOL 基本信息见表 1),将患者分为 3 组:观察组(HOYA Vivinex XY1 组)23 眼,其中男 11 眼,女 12 眼,年龄 71.20 ± 6.98 岁,眼轴 23.00 ± 0.59 mm;对照组 1: Tecnis ZCB00 组 27 眼,其中男 16 眼,女 11 眼,年龄 68.70 ± 9.14 岁,眼轴 23.27 ± 2.10 mm;对照组 2: IQ SN60WF 组 24 眼,男 16 眼,女 8 眼,年龄 69.12 ± 9.89 岁,眼轴 23.49 ± 2.75 mm。各组患者性别组成、年龄、眼轴、裸眼视力及最佳矫正视力等组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 2。本研究获得中国医科大学附属第四医院医学伦理委员会批准。全部研究对象知情并同意接受该研究,均签署知情同意书(ChiCTR1800015638)。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 患者术前均签署知情同意书。手术由同一经验丰富医生使用同一超声乳化仪完成。术前复方托吡卡胺滴眼液(Santen)充分散瞳,盐酸丙美卡因滴眼液(Novartis)表面麻醉,11:00 位做 3.0mm 透明角膜切口,前房注入黏弹剂,Verion™手术导航系统引导下连续环形撕囊直径约 5.5mm,水分离和水分层,超声乳化吸除混浊晶状体,囊袋内植入 IOL(Vivinex XY1 为预装式 iSert 系统辅助装载推注,ZCB00 及 SN60WF 为手动装载入植入仓进行推注),水密切口,术毕给予妥布霉素地塞米松眼膏(Novartis)包眼。所有患者手术过程均顺利进行,无术中和术后并发症发生。

1.2.2 术后用药 所有患者术后 1d 开始常规应用醋酸泼尼松龙滴眼液(Allergan)每日 4 次点术眼,递减至术后 2wk 停药;左氧氟沙星滴眼液(Santen)每日 4 次点术眼,用药 2wk;溴芬酸钠滴眼液(Senju)每日 2 次点术眼,0.1% 玻璃酸钠滴眼液(Ursapharm)每日 4 次点术眼,用药 4wk。

1.2.3 观察指标 术后 1wk, 1mo 对患者进行随访。

1.2.3.1 裸眼视力及最佳矫正视力 通过 5m 标准对数视力表检查患者的裸眼视力及最佳矫正视力。

1.2.3.2 全眼球差及彗差 不同瞳孔直径(3、4、5、6mm)下

表1 三种 IOL 的基本信息

参数	HOYA Vivinex XY1	Tecnis ZCB00	IQ SN60WF
型号	XY1	ZCB00	SN60WF
设计	一片式	一片式	一片式
屈光指数	1.548	1.47	1.55
球面像差(μm)	-0.18	-0.27	-0.20
颜色	黄色	透明	黄色
IOL 直径(mm)	13	12.5	12.5
光学区材料	疏水性丙烯酸酯	疏水性丙烯酸酯	疏水性丙烯酸酯
加工工艺	低温车床切割	精密冷冻技术	铸模制造
光学直径(mm)	6	6	6
襟夹角($^{\circ}$)	0	5	0
襟设计	改良 C	改良 C	改良 L
方边设计(μm)	1.7	94	86
襟材料	表面磨砂处理的疏水性丙烯酸酯	同光学区	同光学区

表2 三组患者术前裸眼视力及最佳矫正视力 ($\bar{x}\pm s$, LogMAR)

组别	裸眼视力	最佳矫正视力
HOYA Vivinex XY1 组	0.64 \pm 0.18	0.48 \pm 0.23
Tecnis ZCB00 组	0.66 \pm 0.20	0.42 \pm 0.16
IQ SN60WF 组	0.65 \pm 0.18	0.51 \pm 0.19
<i>F</i>	1.608	2.022
<i>P</i>	0.204	0.119

的全眼差及全眼彗差值:患者充分散瞳至瞳孔直径 6mm 以上,应用 i-Trace 视觉功能分析仪,于暗室进行波前像差检查,嘱患者正常眨眼,注视仪器内的光标,检测者观察显示屏上术眼有无睫毛遮挡,尽可能充分暴露角膜。检查者按屏幕提示进行瞄准并对焦于角膜中心,对准后,仪器自动测量,波前像差(wavefront aberration, WF)模式测量,检查者需将黄黑红三色光标中心对合,系统将自动分析得到全眼差及全眼彗差。嘱患者闭眼 10s 后,睁眼,重复上述操作共测量 3 次,记录患者全眼差及全眼彗差,计算平均值。

1.2.3.3 MTF 不同瞳孔直径(3、4、5、6mm)下的 MTF 值:患者充分散瞳至瞳孔直径 6mm 以上,应用 i-Trace 视觉功能分析仪,于暗室进行波前像差及角膜地形图检查,嘱患者正常眨眼,注视仪器内的光标,检测者观察显示屏上术眼有无睫毛遮挡,尽可能充分暴露角膜。检查者按屏幕提示进行瞄准并对焦于角膜中心,对准后,仪器自动测量,波前像差模式测量完成后自动跳转 CT 模式,检查者需将黄黑红三色光标中心对合,系统将自动分析得到 IOL 轴向。嘱患者闭眼 10s 后,睁眼,重复上述操作共测量 3 次,记录患者高阶 MTF 曲线,计算平均值。

1.2.3.4 客观散射指数 客观散射指数(objective scatter index, OSI):应用 OQAS-II 视觉质量分析系统进行客观散射指数测量,嘱患者在矫正视力下将下巴放在腮托上并注视视标,检查者将仪器的光轴与受试者的瞳孔中心对齐,检查过程中嘱患者不可转动眼球,单次检查结束后闭眼休息 10s。重复上述操作共测量 3 次,记录患者客观散射光值,计算平均值。

1.2.3.5 眼内散射光值 眼内散射光值[Log(s)]:应用 c-quant 散射光计量仪进行 Log(s) 测量,嘱患者在矫正视

力下注视仪器内的中心圆圈,检查开始后,患者必须明确左右测试区哪个区域闪烁更强烈,并按下该区域相对应的按钮,重复操作至单次检查结束,重复上述操作共测量 3 次,记录患者 Log(s),计算平均值。

1.2.3.6 对比敏感度 在暗室下,嘱患者配戴矫正眼镜后将额头抵住机器上缘按钮至屏幕内亮起,并注视机器内图标,双眼与液晶显示屏保持水平。测试者手动选择需测试的眼别,于明视无眩光、明视有眩光、暗视无眩光、暗视有眩光四种模式中分别进行 1.5、3、6、12、18c/d 空间频率下的对比敏感度检查,按照从低频向高频,从高对比度到低对比度,逐个辨认每一个条栅图里条纹的方向,系统自动变化图片(垂直、向右倾斜或向左倾斜),鼓励患者尽可能多的辨认直到不能辨别图中条纹方向,系统软件自动记录检查结果,并将所得结果取 Log 对数值进行记录。

统计学分析:用统计学软件 SPSS 23.0 进行分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,对所得数据进行方差齐性分析,若方差齐,则通过单因素方差分析比较各组组间差异,若方差不齐,则采用非参数 Kruskal-Wallis 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 裸眼视力及最佳矫正视力 三组术后 1wk, 1mo 裸眼视力及最佳矫正视力情况见表 3,组间差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.2 全眼差值及彗差值 全眼差值比较,术后 1wk, 1mo,随瞳孔直径增加, Vivinex XY1 组的全眼差值增高程度小于其他两组。术后 1wk 3、4mm 瞳孔直径下三组差异无统计学意义($P=0.742, 0.505$), 5、6mm 瞳孔直径下三组差异有统计学意义($P=0.045, 0.037$),见表 4;术后 1mo 3、4、5mm 瞳孔直径下三组差异无统计学意义($P=0.795, 0.326, 0.120$), 6mm 瞳孔直径下三组差异有统计学意义($P=0.042$), 6mm 瞳孔直径下 Vivinex XY1 组全眼差值显著低于对照组,见表 5。

全眼彗差值比较,术后 1wk, 1mo,随瞳孔直径增加, Vivinex XY1 组的全眼彗差值增高程度小于其他两组。术后 1wk 3、4mm 瞳孔直径下三组差异无统计学意义($P=0.712, 0.459$), 5、6mm 瞳孔直径下三组差异有统计学意义($P=0.044, 0.039$),见表 6;术后 1mo 3、4mm 瞳孔直径下三组差异无统计学意义($P=0.752, 0.227$), 5、6mm 瞳孔直径下三组差异有统计学意义($P=0.047, 0.040$),见表 7。

表3 三组患者裸眼视力及最佳矫正视力

($\bar{x} \pm s$, LogMAR)

组别	术后 1wk		术后 1mo	
	裸眼视力	最佳矫正视力	裸眼视力	最佳矫正视力
HOYA Vivinex XY1 组	0.07±0.13	0.04±0.05	0.08±0.10	0.03±0.02
Tecnis ZCB00 组	0.10±0.12	0.04±0.04	0.06±0.12	0.03±0.01
IQ SN60WF 组	0.06±0.09	0.05±0.06	0.06±0.10	0.05±0.02
<i>F</i>	1.966	0.984	1.208	0.739
<i>P</i>	0.126	0.376	0.318	0.539

表4 三组患者术后 1wk 不同瞳孔直径下的全眼球差值

($\bar{x} \pm s$, μm)

组别	3mm	4mm	5mm	6mm
HOYA Vivinex XY1 组	0.034±0.022	0.059±0.027	0.090±0.590	0.114±0.536
Tecnis ZCB00 组	0.038±0.024	0.049±0.040	0.111±0.238	0.144±0.268
IQ SN60WF 组	0.031±0.040	0.051±0.033	0.129±0.413	0.174±0.243
<i>F</i>	0.316	0.681	2.745	3.332
<i>P</i>	0.742	0.505	0.045	0.037

表5 三组患者术后 1mo 不同瞳孔直径下的全眼球差值

($\bar{x} \pm s$, μm)

组别	3mm	4mm	5mm	6mm
HOYA Vivinex XY1 组	0.029±0.036	0.053±0.022	0.090±0.370	0.155±0.598
Tecnis ZCB00 组	0.029±0.039	0.074±0.022	0.122±0.546	0.181±0.548
IQ SN60WF 组	0.023±0.028	0.058±0.031	0.127±0.440	0.195±0.294
<i>F</i>	0.242	1.612	2.199	3.034
<i>P</i>	0.795	0.326	0.120	0.042

表6 三组患者术后 1wk 不同瞳孔直径下的全眼彗差值

($\bar{x} \pm s$, μm)

组别	3mm	4mm	5mm	6mm
HOYA Vivinex XY1 组	0.064±0.025	0.122±0.034	0.232±0.241	0.359±0.409
Tecnis ZCB00 组	0.089±0.035	0.129±0.022	0.253±0.419	0.597±0.292
IQ SN60WF 组	0.082±0.029	0.147±0.031	0.290±0.235	0.466±0.511
<i>F</i>	0.257	0.785	2.789	3.246
<i>P</i>	0.712	0.459	0.044	0.039

表7 三组患者术后 1mo 不同瞳孔直径下的全眼彗差值

($\bar{x} \pm s$, μm)

组别	3mm	4mm	5mm	6mm
HOYA Vivinex XY1 组	0.061±0.026	0.159±0.023	0.208±0.282	0.375±0.556
Tecnis ZCB00 组	0.082±0.032	0.139±0.039	0.252±0.594	0.731±0.328
IQ SN60WF 组	0.076±0.038	0.126±0.022	0.284±0.389	0.559±0.396
<i>F</i>	0.286	1.985	2.657	3.151
<i>P</i>	0.752	0.227	0.047	0.040

2.3 MTF MTF 曲线比较, 术后 1mo, 3、4、5mm 瞳孔直径下 HOYA Vivinex XY1 组的调制传递函数曲线在各个空间频率下均高于其他两组(图 1), 但组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.4 OSI 和 Log(s) 三组术后 1wk, 1mo OSI 及 Log(s) 情况见表 8, 三组 OSI 与 Log(s) 的数值均接近, 各组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。三组数值的大小关系为 OSI: IQ<Vivinex<Tecnis, Log(s): Tecnis<Vivinex<IQ。

2.5 对比敏感度 对比敏感度比较, 术后 1mo 时明视/暗视有、无眩光的各个空间频率条件下对比敏感度评分比较

为 Tecnis 组>Vivinex 组>IQ 组(图 2), 但组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

3 讨论

微切口屈光性白内障手术时代, IOL 的材质、设计及光学效果的要求越来越高, 推动了 IOL 技术的不断改进及更新。HOYA Vivinex XY1 作为最新一代设计的非球面 IOL, 进行磨砂的改良攀型设计, 联合 ABC 的光学区非球差矫正设计, 对于提高患者视觉效果、减少眩光等有一定的临床意义, 但目前临床中针对这种新的改良攀型 ABC 设计 IOL, 结合视力及主客观视觉质量指标进行综合评估

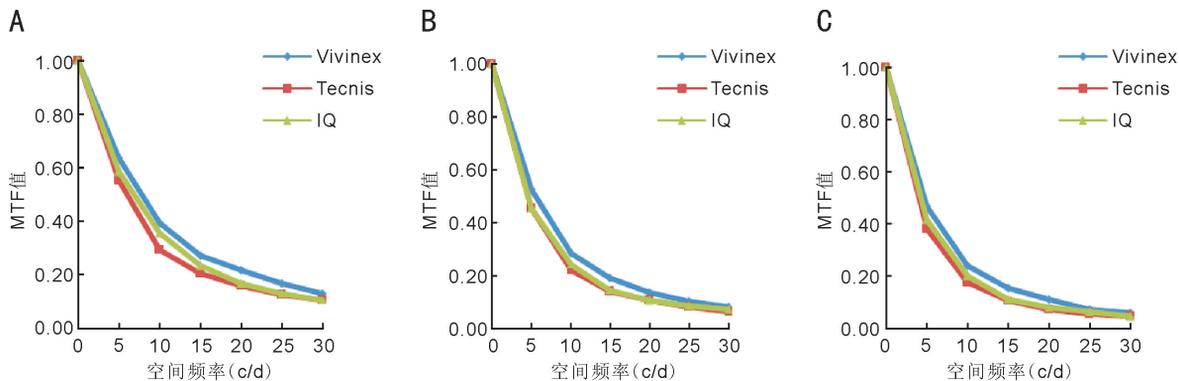


图1 术后1mo三组患者不同瞳孔直径下MTF曲线 A:3mm;B:4mm;C:5mm。

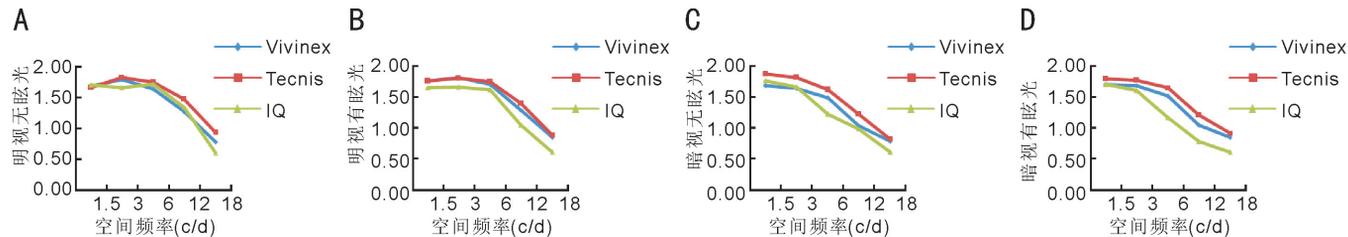


图2 术后1mo三组患者对比敏感度 A:明视无眩光条件下;B:明视有眩光条件下;C:暗视无眩光条件下;D:暗视有眩光条件下。

表8 三组患者客观散射指数及眼内散射光值 $\bar{x} \pm s$

组别	术后1wk		术后1mo	
	OSI	Log(s)	OSI	Log(s)
HOYA Vivinex XY1 组	1.35±0.23	2.56±1.02	1.38±0.14	2.63±1.45
Tecnis ZCB00 组	1.47±0.52	2.03±1.21	1.52±0.66	2.18±1.27
IQ SN60WF 组	1.22±0.25	2.78±1.94	1.32±0.24	2.76±1.44
F	1.880	0.902	1.491	1.276
P	0.140	0.444	0.224	0.290

的研究较少。本研究的主要目的是观察改良 IOL 设计对白内障术后视觉效果及成像质量的影响。观察组 IOL (HOYA Vivinex XY1) 襟采用磨砂设计,同时光学区应用 ABC 设计,对照组 IOL(Tecnis ZCB00,IQ SN60WF)为临床常用的传统非球面设计。

视力是评价视觉质量的常见指标,本研究中三组 IOL 术后各观察时期视力都较术前明显提高,三组差异均无统计学意义,这与王静等^[3]的关于非球面 IOL 植入术后视力随访观察的研究结果基本一致。本研究中还进行了波前像差、MTF、散射光及对比敏感度的综合评估。全眼高阶像差对眼部成像质量产生显著影响,其中彗差 Z_3^{+1} Z_3^{-1} 球差 Z_4^0 对视觉质量的影响较大^[4-5]。本研究则对全眼球差、彗差进行了研究。本研究结果显示随瞳孔直径的增大,HOYA Vivinex XY1 组的全眼球差及彗差增加幅度最小,这主要与 ABC 非球面平衡曲线的光学区设计相关,HOYA Vivinex XY1 的 ABC 设计,在中央大约 2.5mm 的光学区细分为 2 个区域,1 区的屈光力额外增加了大约 0.2D,2 区做了相应的凹表面处理,凹凸表面结合的设计产生干涉效应,可增强视网膜中心成像、减少彗差,这一高阶像差随瞳孔直径的变化优势在临床中对于暗视环境、夜间或者瞳孔偏大的患者更有优势和临床意义。

MTF 反映了光学系统对不同空间频率的响应能力,显示成像时各种空间频率的对比度,作为客观指标,能够反映人眼整个屈光系统的光学成像质量^[6]。MTF 值越

大,成像越清晰,视网膜成像质量越好。MTF 曲线的高频部分反映物体的细节传递情况,中频部分反映物体的层次传递情况,低频部分反映物体的轮廓传递情况^[7]。因此,对判断成像性质来说,该指标提供的信息更全面、准确。本研究中 MTF 曲线结果显示 HOYA Vivinex XY1 组的 MTF 曲线在各空间频率下均最高,尤其是在中频,这也显示了 Vivinex 在光路成像质量上的良好效果,对于患者植入 IOL 后能够呈现更清晰的视力。这与 Perez-Merino 等^[8]的体外实验研究结果接近,ABC 设计的 Vivinex XY1 组(SA=-0.18 组)随 IOL 偏心度的增加,从视轴上、到偏心 0.4mm、到偏心 0.7mm,不同空间频率的 MTF 值更高,尤其是在中频以及偏心 0.7mm 的高频空间频率下 MTF 值更高。本研究发现各观察时间 3~5mm 瞳孔直径下 Vivinex 组在各个空间频率下的 MTF 值均高于对照组,且中频部分更加明显,提示 HOYA Vivinex XY1 在反映物体的层次传递方面可能优于其他两组 IOL,但组间差异无统计学意义,可能与本文的样本量不足及随访时间较短有关,扩大样本量、延长随访时间可能会发现差异的显著性。

光线进入眼内后,部分光线在视网膜上成像,部分光线发生前散射和后散射。由于后散射不影响眼底的成像质量,因此散射光主要指前散射^[9]。它能在眼底成像上投射光幕效应,引起视网膜图像对比度的下降,是眩光的主要原因^[10]。本研究采用 OSI、Log(s) 两种方法评估三组 IOL 植入后的散射光情况,研究发现 Tecnis 组的 Log(s) 更低,而 Vivinex XY1 组和 IQ 组 OSI 均值更低。Meacock 等^[11]研究表明在 IOL 的光学部边缘进行磨砂处理可以有效减少眩光,这可能是本研究中有襟磨砂设计的 HOYA Vivinex XY1 能呈现出较低的 OSI 的原因,同时,三种 IOL 的屈光指数存在一定差异,不同屈光指数导致 IOL 的光线折射路线发生变化,且直角方边的边缘设计可能影响光线的散射情况,而作为非蓝光滤过型 IOL,Tecnis 可能更易于被患者主观感知上存在更小的眩光状态,表现为更低的主观视觉质量的 Log(s) 值。

对比敏感度是让患者识别不同空间频率的一系列条栅,并逐渐减少每个空间频率的对比度直到不能辨别时,其倒数即形成对比敏感度函数(contrast sensitivity function, CSF)^[12]。该方法与MTF最大的不同是对比敏感度有神经系统的参与。但由于低频波通常被视网膜膜和大脑滤过,因此,CSF曲线与MTF曲线并不完全一致^[13]。本研究通过比较改良ABC设计的HOYA Vivinex XY1与传统设计的Tecnis ZCB00、IQ SN60WF的对比敏感度发现,不同设计的IOL在明视/暗视有、无眩光的各个空间频率条件下对比敏感度相似,差异无统计学意义,但是对比敏感度评分上Tecnis组评分稍高,这可能与另外两组IOL是蓝光滤过的设计相关。

综上所述,改良襟型设计的非球面平衡曲线IOL植入术后在球差及彗差改善、客观成像质量及散射光方面存在一定的优势,能够给患者带来良好的术后视觉质量。但由于本试验的样本量较小,随访时间较短,扩大样本量、延长随访时间预期会得到更加可信的结论,为个体化的屈光性IOL选择提供新的依据。

参考文献

- 1 Xie LK, Santhoshkumar P, Reneker LW, et al. Histone deacetylase inhibitors trichostatin A and vorinostat inhibit TGF β 2-induced lens epithelial-to-mesenchymal cell transition. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(8):4731-4740
- 2 Awasthi N, Wagner BJ. Suppression of human lens epithelial cell proliferation by proteasome inhibition, a potential defense against posterior capsular opacification. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(10):4482-4489
- 3 王静, 张劲松, 赵江月. 角膜球面像差引导下个体化IOL植入术后视觉质量. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2012;14(10):617-621
- 4 Maskat S, Sarayba M, Ignacio T, et al. Femtosecond laser-assisted

cataract incisions: architectural stability and reproducibility. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(6):1048-1049

- 5 赵晓彬, 张海芳, 董素婷. 年龄相关性白内障角膜前表面高阶像差分析. *眼科新进展* 2015;35(4):359-361
- 6 Díaz-Doutón F, Benito A, Pujol J, et al. Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1710-1716
- 7 Huang YS, Bertrand V, Bozukova D, et al. RGD surface functionalization of the hydrophilic acrylic intraocular lens material to control posterior capsular opacification. *PLoS One* 2014;9(12):e114973
- 8 Pérez-Merino P, Marcos S. Effect of intraocular lens decentration on image quality tested in a custom model eye. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(7):889-896
- 9 Wejde G, Kugelberg M, Zetterström C. Posterior capsule opacification: comparison of 3 intraocular lenses of different materials and design. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(8):1556-1559
- 10 Biber JM, Sandoval HP, Trivedi RH, et al. Comparison of the incidence and visual significance of posterior capsule opacification between multifocal spherical, monofocal spherical, and monofocal aspheric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(7):1234-1238
- 11 Meacock WR, Spalton DJ, Khan S. The effect of texturing the intraocular lens edge on postoperative glare symptoms: a randomized, prospective, double-masked study. *Arch Ophthalmol* 2002;120(10):1294-1298
- 12 Kayastha F, Johar K, Gajjar D, et al. Andrographolide suppresses epithelial mesenchymal transition by inhibition of MAPK signalling pathway in lens epithelial cells. *J Biosci* 2015;40(2):313-324
- 13 Kang S, Choi JA, Joo CK. Comparison of posterior capsular opacification in heparin-surface-modified hydrophilic acrylic and hydrophobic acrylic intraocular lenses. *Jpn J Ophthalmol* 2009;53(3):204-208