

年龄相关性白内障患者三焦点与单焦点 IOL 植入术后早期视觉质量比较

孙堂胜, 赵广愚, 郑两定, 刘利娟, 陈良桔, 洪林勇, 张 帅

引用: 孙堂胜, 赵广愚, 郑两定, 等. 年龄相关性白内障患者三焦点与单焦点 IOL 植入术后早期视觉质量比较. 国际眼科杂志 2021; 21(12): 2124-2129

基金项目: 福州市科学技术局资助项目 (No.2018-S-100-4)
作者单位: (350004) 中国福建省福州市, 福州东南眼科医院白内障科

作者简介: 孙堂胜, 毕业于解放军总医院, 博士, 副主任医师, 福州东南眼科医院业务副院长, 研究方向: 白内障。

通讯作者: 赵广愚, 毕业于中国医科大学, 学士, 副主任医师, 福州东南眼科医院院长, 研究方向: 白内障. zgy814@163.com

收稿日期: 2021-08-09 修回日期: 2021-11-09

摘要

目的: 观察三焦点与单焦点人工晶状体对年龄相关性白内障患者术后早期视觉质量的影响。

方法: 采用回顾性队列研究设计。纳入 2018-06/2021-01 在我院白内障科行白内障超声乳化联合人工晶状体植入术的年龄相关性白内障患者 119 例 168 眼, 按照所植入人工晶状体类型分为三焦点组 44 例 61 眼与单焦点组 75 例 107 眼。对两组患者术后 1mo 视力 (LogMAR)、视觉质量检查以及明、暗适应条件下对比敏感度检查进行统计学分析。

结果: 三焦点组单眼裸眼远视力 (UDVA)、裸眼中距离视力 (UIVA)、单眼裸眼近视力 (UNVA)、最佳矫正远视力 (BDVA)、最佳矫正远视下的中距离视力 (DIVA)、最佳矫正远视下的近视力 (DNVA) 均明显优于单焦点组 (均 $P < 0.001$)。三焦点组在调制传递函数截止频率 (MTF cutoff)、客观散射指数 (OSI) 和斯特尔比值 (SR) 方面明显优于单焦点组 (均 $P < 0.05$); 在暗及明适应条件下的 18c/d 空间频率上, 单焦点组对比敏感度明显优于三焦点组 ($P < 0.001$)。基于 VF/QOF 量表分析的调查问卷, 三焦点组在日常生活感受评分和脱镜率方面明显优于单焦点组 ($P < 0.05$), 而眩光发生率二者无差异 ($P > 0.05$)。

结论: 植入三焦点人工晶状体可为年龄相关性白内障超声乳化术后患者提供全方位良好的视力和视觉质量, 满足不同条件下的用眼需求。

关键词: 三焦点人工晶状体; 单焦点人工晶状体; 年龄相关性白内障; 视觉质量

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.12.20

Comparison and analysis of early effect of tri-focal and mono-focal intraocular lens implantation on the visual quality of patients with age-related cataract after surgery

Tang - Sheng Sun, Guang - Yu Zhao, Liang - Ding Zheng, Li - Juan Liu, Liang - Ju Chen, Lin - Yong Hong, Shuai Zhang

Foundation item: Fuzhou Science and Technology Plan Project

(No.2018-S-100-4)

Department of Cataract, Fuzhou South-East Eye Hospital, Fuzhou 350004, Fujian Province, China

Correspondence to: Guang - Yu Zhao. Department of Cataract, Fuzhou South-East Eye Hospital, Fuzhou 350004, Fujian Province, China. zgy814@163.com

Received: 2021-08-09 Accepted: 2021-11-09

Abstract

• AIM: To observe the early visual quality of the tri-focal and the mono-focal intraocular lens (IOLs) implantation in patients with age-related cataract, under comparison and analysis.

• METHODS: A retrospective research design. Totally 168 eyes of 119 age-related cataract patients who underwent cataract phacoemulsification combined with tri-focal and mono-focal IOLs implantation surgery in the cataract department from June 2018 to January 2021 were enrolled. In tri-focal and mono-focal group, 61 eyes of 44 cases and 107 eyes of 75 cases. One month after phacoemulsification combined with IOLs implantation, visual acuity, visual quality and contrast sensitivity were inspected. All data were under statistical analysis.

• RESULTS: On LogMAR uncorrected distance visual acuity (UDVA), uncorrected intermediate visual acuity (UIVA), uncorrected near visual acuity (UNVA), best corrected distance visual acuity (BDVA), distance corrected intermediate visual acuity (DIVA), distance corrected near visual acuity (DNVA), tri-focal group were extremely better than mono-focal group (all $P < 0.001$). In terms of visual quality, the scores of modulation transfer function (MTF) cut-off frequency, optical scatter index (OSI), Strehl ratio (SR), tri-focal group were significantly higher than mono-focal group (all $P < 0.05$). On 18 cycle/degree (cpd) spatial frequency under dark and light adaptation conditions, contrast sensitivity scores of the mono-focal group was significantly better than those of the tri-focal group ($P < 0.001$). Based on the questionnaire with the VF/QOF scale, the daily life experience scores and off-glass index, the tri-focal group was significantly better than that of the mono-focal group ($P < 0.05$), and incidence of glare was no significant difference between the two groups ($P > 0.05$).

• CONCLUSION: Tri-focal IOLs can provide a full range of relatively better vision and visual quality in patients after age-related cataract phacoemulsification combined with IOLs implantation, and perform well under different conditions.

• KEYWORDS: tri - focal intraocular lens; mono - focal intraocular lens; age-related cataract; visual quality

Citation: Sun TS, Zhao GY, Zheng LD, *et al.* Comparison and analysis of early effect of tri-focal and mono-focal intraocular lens implantation on the visual quality of patients with age-related cataract after surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21(12):2124-2129

0 引言

白内障是全球发病率最高的致盲性眼病^[1],目前的主流手段是采取白内障超声乳化联合人工晶状体植入术的治疗方式^[2],具有切口小、微创、术后恢复快的优点。植入单焦点人工晶状体术后虽然多数患者的远视力都能明显提高,但中、近距离视力的改善通常不能满足多方位的用眼需求。人工晶状体自1949年问世至今已经有70多年的历史,在材料、工艺和设计方面不断改良,手术也从普通意义上的简单复明逐步发展为屈光手术以及目前的功能性屈光手术。三焦点人工晶状体不仅可提供白内障术后较好的远视力,对于中、近视力的改善也独具优势,术后不需配戴老花镜就能提供优越的全程视觉质量^[3]。三焦点人工晶状体在国内的应用刚刚起步,本研究通过对年龄相关性白内障患者植入三焦点与单焦点人工晶状体术后的视功能进行比较,探讨两种人工晶状体植入术后对患者视力、视觉质量的影响,揭示三焦点人工晶状体的临床优势。

1 对象和方法

1.1 对象 采用回顾性队列研究设计。纳入2018-06/2021-01在我院白内障科因诊断为年龄相关性白内障而行白内障超声乳化联合人工晶状体植入术的患者119例168眼。纳入标准:(1)因单纯的年龄相关性白内障行白内障超声乳化联合人工晶状体植入术并可以按期随访者;(2)核硬度按照LOCS II分级标准属于II~III级者;(3)屈光度 $\leq \pm 4.00\text{DS}$ 和角膜散光 $\leq \pm 0.75\text{DC}$;(4)角膜内皮细胞计数在 $2000\text{cells}/\text{mm}^2$ 以上,瞳孔对光反射灵敏;(5)无药物或食物过敏史;(6)本人自愿参加本研究。排除标准:(1)合并严重基础性全身疾病且病情尚未稳定;(2)因恐惧等原因不能耐受手术;(3)合并其它眼病如葡萄膜炎、青光眼、视网膜及视神经疾病等;(4)眼表有活动性炎症或者严重干眼者;(5)术中发生后囊膜破裂;(6)术后IOL明显倾斜或者偏心者;(7)术后白天瞳孔直径 $\geq 4\text{mm}$ 者;(8)术后散光度数 $\geq \pm 1.00\text{DC}$ 者,或有弱视者;(9)术后晶状体后囊膜增厚或者混浊明显者;(10)眼轴 $\geq 25\text{mm}$ 或者 $\leq 22\text{mm}$ 者;(11)需长期服用其他药物或自身免疫性疾病者;(12)血糖、血压控制不佳者等。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,所有患者均自愿参加,签署知情同意书并经福州市东南眼科医院伦理委员会审批通过。

1.2 方法

1.2.1 术前检查及手术方法 准确完成各项术前测量,并行IOL Master检查计算确定待植入人工晶状体度数,行眼前节及眼底照相,黄斑区及视乳头扫描,前房深度及悬韧带带状评估等。对于三焦点组同时需要进行全景生物测量仪检查(Oculus Pentacam)进行全角膜屈光状态的分析,低阶像差(散光为主)、高阶像差、Kappa角、瞳孔直径等参数超出正常范围者不推荐使用三焦点人工晶状体。人工

晶状体计算公式以SRK/T公式为基础,A常数在三焦点组取118.6,单焦点组取118.4,并实时进行优化。目标屈光度为 $0.00\sim -0.50\text{D}$ 。三焦点人工晶状体选用AT LISA tri 839MP,单焦点人工晶状体选用A2-UV可折叠一件式人工晶状体。术前予以0.5%左氧氟沙星滴眼液连续点眼3d,并排除眼表及泪道系统炎症。在常规消毒铺巾后,使用眼部黏贴膜保护手术区域。在黏弹剂保护角膜上皮的情况下结膜囊聚维酮碘消毒2min,生理盐水冲洗干净。术中采用盐酸奥布卡因滴眼液进行表面麻醉后,于10:00位角膜缘内0.5mm透明角膜进行主切口的双平面建造,2:00位做侧切口。黏弹剂充填前房后完成连续、环形、居中的撕囊,直径约5.5mm。做水分离和水分层并游离核块和皮质,使用超声乳化仪乳化核块并吸除,I/A模式下将囊袋内皮质吸除干净。后囊抛光后植入人工晶状体,调位至囊袋中央后吸除人工晶状体前、后表面黏弹剂并轻轻下压使人工晶状体与后囊密切接触,确保人工晶状体褶完全伸展并使其长轴位于3:00~9:00方向,相对稳定后切口处注射眼内灌注液(BSS)致局部角膜组织水肿进行水密,再次消毒结膜囊完成手术。手术均由同一位技术娴熟的资深白内障专家完成。术后连续使用妥布霉素地塞米松滴眼液滴眼3wk,以每天6次、4次、2次的滴眼频次逐周递减,每晚睡前使用妥布霉素地塞米松眼膏,共用1wk。异物感症状明显者加用0.3%玻璃酸钠滴眼液。

1.2.2 观察指标 (1)一般检查:由同一资深白内障专业眼科医师于术前及术后1d,1wk,1mo在裂隙灯下检查角膜、前房、房水、虹膜、瞳孔、人工晶状体及后囊膜情况。(2)视力检查:术后1mo检查远、中、近视力(距离分别为5m,60,40cm),包括单眼裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity, UDVA),最佳矫正远视力(best corrected distance visual acuity, BDVA),裸眼中距离视力(uncorrected intermediate visual acuity, UIVA)和最佳矫正远视下的中距离视力(distance corrected intermediate visual acuity, DIVA),单眼裸眼近视力(uncorrected near visual acuity, UNVA)和最佳矫正远视下的近视力(distance corrected near visual acuity, DNVA)。以上结果均以视力(LogMAR)表示。(3)视觉质量检测:术后1mo由同一位技师采用视觉质量分析系统(optical quality analysis system II, OQAS II)客观测量术眼1mo后的综合光学质量,全面评估视觉质量情况。检测前需对患者进行验光检查,对于角膜散光 $\geq \pm 0.50\text{DC}$ 时要加置对应的散光片以矫正散光,暗适应5min后开始进行各指标的测量。嘱患者将下颌置于仪器的颌托上,调整好头位和眼位,检查者操纵手柄调整探头和眼球之间的距离。屏幕上显示瞳孔像清晰并与检测中心重叠时,点击“Objective refraction”键,仪器可以自动选择最佳焦点。点击“Optical quality”键可测量调制传递函数截止频率(modulation transfer function cutoff frequency, MTF cut off)、斯特尔比值(strehl ratio, SR)以及3个OQAS值(OV100%, OV20%, OV9%),点击“Scatter Meter”可测量客观散射指数(objective scattering index, OSI)。每眼需连续测量3次,测量前瞬目以保证泪膜的正常分布。每次检测间隔2~3min,选取测量重复性高的结果取平均值进行数据分析。操作均完成。(4)离焦曲线:术后1mo在BDVA的状态下,以0.5D为递进单位,测量自+2.0~-4.0D的视力(LogMAR),绘制离焦曲线。(5)对比敏感度(contrast sensitivity function, CSF)检测:术后1mo由

表1 两组患者术后1mo不同状态视力比较

分组	眼数	UDVA	UIVA	UNVA	BDVA	DIVA	DNVA
三焦点组	61	0.11±0.02	0.16±0.04	0.12±0.04	0.07±0.02	0.14±0.05	0.06±0.01
单焦点组	107	0.15±0.02	0.22±0.04	0.24±0.03	0.10±0.02	0.20±0.05	0.21±0.03
<i>t</i>		12.466	9.350	22.028	9.350	7.480	37.829
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

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

表2 两组患者术后1mo视觉质量比较

分组	眼数	OSI	MTF cut off(c/deg)	SR	OV100%	OV20%	OV9%
三焦点组	61	1.77±0.29	32.16±7.54	0.22±0.04	1.40±0.25	0.99±0.37	0.49±0.15
单焦点组	107	1.64±0.36	35.71±4.89	0.25±0.02	1.37±0.18	0.97±0.28	0.46±0.12
<i>t</i>		2.409	3.697	6.476	0.899	0.395	1.421
<i>P</i>		0.017	<0.001	<0.001	0.370	0.693	0.157

$\bar{x} \pm s$

表3 两组患者术后1mo暗适应对比敏感度比较

分组	眼数	1.5c/d	3.0c/d	6.0c/d	12c/d	18c/d
三焦点组	61	1.40±0.32	1.55±0.39	1.82±0.52	1.49±0.27	0.92±0.25
单焦点组	107	1.45±0.21	1.62±0.45	1.85±0.46	1.52±0.33	1.46±0.22
<i>t</i>		1.221	1.016	0.388	0.604	14.552
<i>P</i>		0.224	0.311	0.699	0.547	<0.001

$\bar{x} \pm s$

同一位技师采用视功能测试仪分别在明适应(85cd/m²)及暗适应(3cd/m²)条件下进行1.5、3.0、6.0、12.0、18.0c/d 5个频率的对比敏感度值,每个频率测量3次取平均值^[4]。以上所有视功能检查都需要矫正包括散光在内的屈光不正。(6)问卷调查:参考VF/QOF量表分析方法,在术后1mo进行问卷调查,患者自我评估日常生活感受,并根据其程度进行自评打分(逐项进行,1=差,5=好):看大字体;看电视、电影;认出熟人;室内外活动;烹饪;日常家庭工作;阅读报纸;看小字体;使用手机。个人感受记录(有/无,有=1,无=0):畏光;视物重影;闪光感;光晕;配戴眼镜。

统计学分析:采用SPSS 22.0统计软件进行数据分析,计量资料经Shapiro-Wilk检验数据呈正态分布且具有方差齐性,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立样本*t*检验。眩光发生率、脱镜率比较采用卡方检验。以*P*<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者术前一般资料比较 按照所植入人工晶状体类型分为三焦点组与单焦点组。三焦点组患者44例61眼,其中男19例28眼,女25例33眼;年龄51~76(平均62.13±13.37)岁;病程6~36(16.34±4.32)mo。单焦点组患者75例107眼,其中男39例57眼,女36例50眼;年龄52~78(平均64.39±16.68)岁;病程10~36(平均19.24±10.38)mo。两组患者术前一般资料比较差异无统计学意义(*P*>0.05),具有可比性。

2.2 两组患者术后1mo不同状态视力比较 术后1mo三焦点组患者UDVA、UIVA、UNVA、BDVA、DIVA、DNVA均优于单焦点组,差异均有统计学意义(*P*<0.001),见表1。

2.3 两组患者术后1mo视觉质量比较 术后1mo两组患者OSI、SR、MTF cut-off比较差异均有统计学意义(*P*<0.05),提示三焦点人工晶状体的阶梯状衍射环设计较单

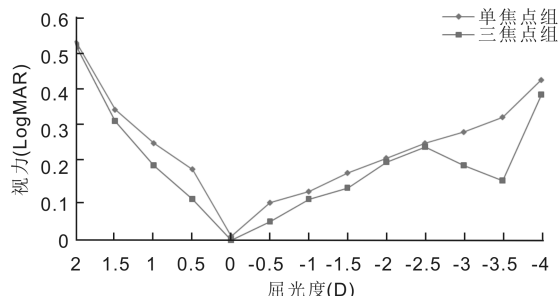


图1 两组患者术后1mo离焦曲线比较。

焦点组出现眼内光散射显著增加,这种光散射增加进一步影响到视网膜成像质量,同时OSI与SR、MTF cut-off的变化在趋势上具有一致性。三焦点组在白天和夜间的各对比度视力(OV100%、OV20%、OV9%)与单焦点组基本持平,两者比较差异无统计学意义(*P*>0.05),提示三焦点人工晶状体在特定空间频率分辨率方面并不明显低于单焦点人工晶状体,见表2。

2.4 两组患者术后1mo离焦曲线的比较 术后1mo三焦点组患者离焦曲线在0.0D和-3.5D处存在视力高峰,未出现典型的第三处视力高峰,从-0.5~-2.5D的过度比较平缓,与单焦点组走行基本平行,但在各附加屈光度的视力(LogMAR)均优于单焦点组。单焦点组仅在0.0D处出现视力高峰,见图1。

2.5 两组患者术后1mo对比敏感度比较 术后1mo两组患者在暗及明适应条件下的对比敏感度比较发现,虽然在1.5、3.0、6.0、12c/d空间频率差异均无统计学意义(*P*>0.05),但在单焦点组均略优于三焦点组,在18c/d空间频率上两者差异均有统计学意义(*P*<0.001),见表3、4,提示白内障患者术后单焦点组在明、暗环境条件下对于细节的辨识能力更胜一筹,与表2两者MTF cut off值的提示意义基本相同。

表 4 两组患者术后 1mo 明适应对比敏感度比较

分组	眼数	1.5c/d	3.0c/d	6.0c/d	12c/d	18c/d	$\bar{x} \pm s$
三焦点组	61	1.41±0.26	1.58±0.34	1.83±0.16	1.46±0.23	0.95±0.29	
单焦点组	107	1.45±0.32	1.61±0.29	1.85±0.44	1.50±0.39	1.39±0.21	
<i>t</i>		0.832	0.605	0.342	0.731	11.333	
<i>P</i>		0.407	0.546	0.733	0.466	<0.001	

2.6 两组患者术后 1mo 调查问卷结果 三焦点组和单焦点组患者的日常生活感受评分分别为 3.27±1.54 和 2.56±0.48 分, 差异有统计学意义 ($t=4.416, P<0.05$)。三焦点组中有 8 例轻度眩光, 以光晕为主, 眩光发生率为 18.2%; 单焦点组有 7 例轻度眩光, 1 例出现可以承受的中度眩光, 眩光发生率为 10.7%, 两组均未发现严重眩光甚至影响生活者, 两组相比差异无统计学意义 ($P>0.05$)。三焦点组术前戴镜 21 例, 术后仍需远、中、近距离视物时戴镜分别为 3 例、6 例和 4 例, 脱镜率为 70.5%; 单焦点组术前戴镜 52 例, 术后仍需远、中、近距离视物时戴镜分别为 11 例、6 例和 23 例, 脱镜率为 46.7%, 两组患者脱镜率差异具有统计学意义 ($P<0.01$)。

3 讨论

随着人口老龄化的进一步加重, 白内障已经成为目前全球范围内致盲的重要疾病之一。据 2018 年屈光性白内障手术新进展国际会议公布的数据显示, 我国 60~89 岁人群白内障发病率约为 80%, 90 岁以上高达 90%。《“十三五”全国眼健康规划(2016-2020 年)》提出, 我国百万人口白内障手术率 (cataract surgery rate, CSR) 到 2020 年底将力争达到 2000 例以上^[5], 防盲任务依然任重道远。过去白内障的复明手术多采用单焦点球面人工晶状体植入, 术后只能选择视远或者视近, 并可能伴有其他视觉干扰问题。随着电子产品时代的到来, 全程高质量视物也成为各类人群的必然要求, 多焦点人工晶状体应运而生。目前已有多种不同功能人工晶状体问世, 其中以三焦点以及多焦点人工晶状体最为典型, 在人工晶状体发展史上具有里程碑的意义。三焦点人工晶状体不仅提供较好的远、近视力, 在中距离视物方面也表现优异, 真正实现由看得见看到看得好的有效提升。自 2011 年德国开始临床使用三焦点人工晶状体以来, 术后全程视力得以优化, 其多方面的优势立刻得到患者和眼科医师的认可。

目前临床应用的三焦点人工晶状体前表面采用全光学面衍射环, 中心三焦、周边双焦设计。0~4.34mm 为三焦区, 4.34~6.00mm 为双焦区, 折衍结合。同时在其晶状体平面上增加+3.33D 和+1.66D 的近距离和中距离视力, 可提供清晰舒适的阅读距离和中间距离 (分别为 40cm 和 80cm) 的视物体验。相比于双焦点人工晶状体 80% 的透光率, 三焦点人工晶状体更可达到 85.7%, 为白内障术后优质的视觉质量奠定基础。不对称光线分配设计可以减少术后光晕, 且 SMP (symmetrical multiprocessing) 微相位技术可使光散减少, 增加光利用率, 眩光感受也会减轻。具有优越的暗环境下视力表现, 较高的阿贝系数也使其成像效果更为真实。欧美等发达国家对于三焦点人工晶状体的关注和研究方兴未艾, 但尚未出现大样本多中心的研究成果。来自捷克的 Mojzis 等^[6] 曾于 2014 年收集 60 例

患者 120 眼 (双眼同时植入三焦点人工晶状体) 作为研究对象, 连续观察 12mo, 从不同状态下的视力、离焦曲线、像差和对比敏感度等方面揭示其良好的视觉质量, 也是迄今为止国外研究的最大样本量。

为更全面评价单焦点和三焦点人工晶状体植入术后视觉质量的对比情况, 我们采用具有双通道技术的视觉质量分析系统 II (OQAS II) 进行术眼光学质量的客观评估, 相对于波前像差仪具有更为显著的优势。它可以直接采集点光源径路上的全部屈光间质的点扩散函数 (point spread function, PSF), 同时考虑散射、像差和衍射等因素的影响, 结合视网膜像分析产生 MTF 等参数, 可全面、准确反映人眼系统的光学质量。主要检测指标包括: MTF cut off、SR、OSI 等^[7]。OQAS 所提供的 MTF cut off 是指当 MTF 值为 0.01 时所对应的空间频率, 也就是指在视网膜上的图像为原图像 1% 对比度时所对应的空间频率, 它随着年龄的增长而下降。MTF 值趋向于 0 时 MTF cut off 的值也就越大, 视觉质量就越好。SR 是指受检眼和理想眼的 MTF 曲线下面积的比值, 也是眼实际像点与理想像点中央光强度的比值, 与像差负相关, 随年龄增长而降低, 范围在 0~1 之间。OSI 可以客观反映光线在眼内的散射程度, 晶状体核密度增大、角膜透明性下降而使 OSI 值升高。一般而言, 90% 的光线可以通过角膜进入眼内, 另有 10% 的光线发生散射, 晶状体是其来源。白内障术后 OSI 的程度主要与人工晶状体的材质和设计方式有关, 亲水性丙烯酸酯 IOL 眼内散射光显著高于疏水性丙烯酸酯 IOL, 且视觉质量更差。OSI 值的升高与视力及视觉质量的下降存在极显著的相关关系^[8]。OV100%、OV20%、OV9% 则分别代表受检眼在 MTF 值为 0.01、0.05 和 0.1 时所对应的光学质量, OV100% 提示单纯光学系统的视力, 其 MTF cut off 为 30c/deg。通过两组手术后 1mo 的客观视功能检测发现, MTF cut off、OSI 及 SR 三项指标之间的有差异, 提示植入具有折衍结合光学设计的三焦点人工晶状体使眼内光散射明显增加, 并继而导致代表视觉质量的参数即 MTF cut off 和 SR 之间也有差异。这在白内障术后早期尚未出现明显的后囊下混浊 (posterior capsule opacity, PCO) 之前, 三焦点人工晶状体的疏水材质和设计特点使其在眼内光散射情况明显加重。其他各项指标两组均无差异, 提示三焦点组在白天和夜间的各对比度视力与单焦点组基本持平, 且在特定空间频率分辨率方面并不明显输于单焦点人工晶状体。白内障手术后, 高密度的混浊晶状体被均质性的人工晶状体所代替, 光线的眼内散射程度明显减轻, 但以单焦点组表现更为优越。单焦点组较高的 SR 值证明较三焦点组具有更低的像差和其他光学异常, 差别体现在人工晶状体的设计和材质的使用上。三焦点人工晶状体在高透光率的基础上, 光线径路的

计算和聚焦、离焦的协同可以做到最优,为优秀的视觉质量提供保障。

本研究在术后 1mo 检测两组患者不同视程的视力,结果发现三焦点组的裸眼及最佳矫正视力等各项指标均优于单焦点组($P<0.001$),尤其在 UNVA、UDVA 及 DNVA 方面表现极为显著,充分说明三焦点人工晶状体在远、近视力尤其是近视力方面表现优异,与国外的一项研究^[9]结论一致。可能存在以下原因:(1)本研究使用的单焦点人工晶状体虽然是疏水材质,但边缘的非直角设计不能很好阻碍残留的晶状体上皮细胞(lens epithelium cell, LEC)的移行并形成 PCO,临床上发现术后 1mo 单焦点组患者 PCO 的发生就已经存在一定的比例;(2)三焦点人工晶状体属于高端的屈光功能性设计,患者术前检查完善,使用条件也相对苛刻;而使用单焦点人工晶状体患者术前评估更不充分,伴有屈光及视网膜等异常的可能性更大,影响术后视力的因素更多而未加以关注;(3)三焦点人工晶状体植入手术会更注重手术的细节操作和质量控制,对周围组织的损伤更小,恢复更快自然效果更好;(4)三焦点人工晶状体植入手术后的复查更容易在各指标评价上诱导和暗示患者,取得比单焦点人工晶状体更优越的术后效果等。国外的一项研究结果显示,双眼均植入三焦点人工晶状体的白内障患者术后的远、中、近视力均较好^[10]。Mojzis 等^[11]将植入双焦点和三焦点人工晶状体的双眼离焦曲线进行对比,发现双焦点组曲线在中距离范围显示出典型的低凹改变(视力下降),三焦点组曲线在 OD 和 -2.5D 之间则更为平坦,表明中视力相对较好,且过度平稳。远处到 40cm (-2.50D)近处的视力保持在 0.25LogMAR 以下(≥ 0.5),可使患者从远处极其平顺地过渡到近处,在持续保持清晰视力的同时减少不同距离视物时的不适症状。从本研究结果可以看出,三焦点人工晶状体平面的近附加 3.33D 实现了 3.5D 的眼镜平面近附加,视近距离在 25~30cm,比较符合中国人的阅读习惯。出现这种现象的原因是术后可能存在假协同调节的作用,当然也与术后人工晶状体的有效位置(effective lens position, ELP)过度前移有关。AT LISA tri 839MP 人工晶状体为板式设计,总直径 11.0mm,晶状体直径为 9.0mm 左右,植入人工晶状体后的囊袋张力变大,借助悬韧带力量使囊袋-人工晶状体复合体前移趋势增加,这种因素将影响各视物距离下的视功能表现。国内吕炜亮等^[12]的研究结果发现双焦点人工晶状体也存在双凸型视力高峰,仅在 -3.0~-4.0D 区间内双焦点视力水平稍优于三焦点人工晶状体,但统计学分析无差异,而在 +2.0~-2.5D 范围更大的区间内,三焦点均优于双焦点人工晶状体。Plaza-Puche 等^[13]分析不同多焦点人工晶状体的离焦曲线,对比显示不同人工晶状体在中距离视力方面存在较大的统计学差异,而以蔡司三焦点人工晶状体的表现最优,在 66cm~1m(对应的离焦范围是 -1.5~1.0D)的距离上具有更优的中视力。我们也发现在 +2.0~-4.0D 的全部区间内,三焦点人工晶状体植入术后视力均优于单焦点人工晶状体。在 0~-2.5D 范围内两者相对接近,未发现明显的三焦点人工晶状体植入后中距离的视力高峰,我们临床发现患者 40~80cm 的中距离视力相对稍差也得到印证,这种中距离光量分配相对不足也正是三焦点人工晶状体需

要改进和完善的地方,只有改进设计才能把其真正优势和突出特点充分展示出来。蔡司三焦点人工晶状体中距离的设计长度为 80cm,这对于身高和臂长都相对较短的中国人并不合适,所以也部分影响其术后的中距离视物的表现。

在术后 1mo 两组患者的对比敏感度均在正常范围内,但在各频率上三焦点组都略低于单焦点组,而在 18c/d 空间频率单焦点人工晶状体在明、暗适应条件下都明显优于三焦点人工晶状体($P<0.001$),提示在高空间频率条件下三焦点人工晶状体的细节辨识力差,与谢瞻等^[14]报告的高度近视患者植入三焦点人工晶状体的结论相近。这种以牺牲对比敏感度而提高不同视程视力的现象与三焦点人工晶状体的光线处理机制和分布特征密切相关,光线通过三焦点人工晶状体的折射和衍射等处理过程会出现光能相对过多的损失。光线通过三焦点人工晶状体时能量可以分布于不同焦点的位置,远、中、近不同距离光分配量不同,远、近焦点的光能因为中有中距离视程的分光导致不同程度的减少,与单焦点人工晶状体对比存在明显不同,从而使成像于视网膜影像的对比度下降,可以解释三焦点人工晶状体植入后对比敏感度下降的原因。两者只是在高空间频率的差异,因为用眼的条件相对苛刻,在术后日常的生活和工作中表现并不明显,而往往又会被优异的视力所掩盖。

有研究显示,三焦点人工晶状体术后脱镜率显著高于单焦点和双焦点人工晶状体^[15],提示三焦点人工晶状体具有优越的光学性能,可以满足正常的用眼需求。本研究在术后 1mo 对患者进行调查问卷也发现,三焦点组的脱镜率明显高于单焦点组($P<0.01$),分别为 70.5% 和 46.7%,而需戴镜者尤以视中距离需求为多,说明三焦点人工晶状体在中距离视力方面表现稍差,生活中需要依赖戴镜调整 80cm 到 40~60cm 的中距离视物习惯。国内有研究三焦点及景深扩展型(extended depth of focus, EDOF)人工晶状体的植入后视觉优势各有不同,脱镜率可以达到 90% 以上^[16]。本研究以问卷调查的方式(参考 VF/QOF 量表)评估两组患者在术后 1mo 的日常生活感受评分及眩光程度,三焦点组患者的日常生活感受评分优于单焦点组($P<0.05$),说明三焦点人工晶状体植入术后对患者生活质量的提高更加显著。一直以来三焦点人工晶状体植入术后的眩光问题为业界所诟病,因为阶梯状的衍射环的设计使眩光的出现成为必然。典型的作为人眼高阶像差的几乎不可避免的异常视觉现象,对于眩光应该有正确和理性的认识。通过本组患者的比较发现,三焦点人工晶状体眩光的发生率其实不高,推测和三焦点人工晶状体使用的独特设计理念弥补因衍射环带来的光散有关。白内障摘除术后,OSI 主要反映人工晶状体的光散效应,国内也有作者报道,白内障术后的 OSI 值较术前大幅度下降,很大程度上和去除具有白内障改变的不均质晶状体密切相关^[17]。术后控制入组患者的瞳孔直径在 4mm 以内以及 Kappa 角,与三焦点人工晶状体的三焦区域相吻合,避免因过大或过偏的瞳孔引起眼内光散增加和眩光感受的增强。

研究表明,散光作为人眼的低阶像差可以影响全程远、中、近视力,对三焦点人工晶状体植入术后的远视力损

害尤为突出, $\pm 0.75D$ 也被认为是使用高端多功能人工晶状体散光的极限, 我们也坚持手术前后超过此限不入组。本研究在对白内障术后患者进行视觉质量检测时, 对散光 $\geq \pm 0.50D$ 的患者加置相应的散光片以矫正散光^[18], 同时把手术后散光度数超过 $\pm 0.75DC$ 的患者排除在外, 以单独评价人工晶状体的光学特性。在视功能检查前全方位矫正屈光不正^[19], 目的是最大限度的减少异常光学现象对于术后视觉质量的影响。鉴于目前人工晶状体的光学设计相对优秀, 白内障手术植入人工晶状体后所成的像与近轴光学所获得的效果并没有太大的差别, 两组患者除眩光外无其他明显的异常视觉问题, 同时像差作为评价光学整齐性的理论概念, 其最终落脚点仍然是视觉质量, 与 OQAS 的设计理念不谋而合, 故本研究未对像差单独进行深入分析。

综上, 相对于国内其他高端人工晶状体的研究而言, 本研究纳入的样本量相对较大, 可以部分减少主观性视功能指标的数据偏倚。同时通过三焦点和单焦点人工晶状体各视功能指标多方位的对比和研判, 提供了大量两种人工晶状体视功能相关的数据, 材料详实而可靠, 也是本研究的最大亮点。基于目前不同种类人工晶状体的特点, 为白内障患者术后的不同视功能需求提供了更多的选择。与单焦点人工晶状体相比, 三焦点人工晶状体可为年龄相关性白内障患者术后提供更好的远、中、近视力和良好视觉质量, 本论文研究结论可为白内障患者植入三焦点人工晶状体提供详实准确的理论依据。未来具有散光矫正功能的三焦点人工晶状体^[20]也正引入国内并进行临床试用, 一枚人工晶状体将同时拥有多种光学弥补和增益功能, 多种特性更无限接近自然的晶状体, 把白内障患者术后视功能发挥到极致, 极大改善患者的生活质量和工作能力。需要说明的是, 本研究所采用的两款人工晶状体系不同公司产品, 彼此在设计理念和材料特性上都有所不同, 同时两组患者群体的受教育程度和配理解能力也存在较明显的差别, 对于某些尤其是心理物理学指标准确性把握上具有一定难度, 这是本研究存在的不足之处。考虑以上因素如果可以做到一致性和整齐性的要求, 将会使研究结果更加客观、更加可信, 我们也将致力于后期更详尽的研究工作。

参考文献

- 1 陈良桔, 孙堂胜, 赵广愚, 等. 伴有虹膜后粘连白内障超声乳化手术疗效探讨. 中国实用眼科杂志 2018;36(2):145-148
- 2 Ruiz-Alcocer J, Lorente-Velázquez A, Hernández-Verdejo JL, et al. Optical performance of a trifocal IOL and a novel extended depth of focus IOL combined with different corneal profiles. *J Refract Surg* 2020;36(7):435-441
- 3 Song JE, Khoramnia R, Son HS, et al. Comparison between bilateral implantation of a trifocal IOL and mix-and-match implantation of a

- bifocal IOL and an extended depth of focus IOL. *J Refract Surg Thorofare N J* 2020;36(8):528-535
- 4 孙堂胜, 张卯年. 无视网膜病变的糖尿病患者对比敏感度检测分析. 中华眼科杂志 2012;48(1):41-46
- 5 国家卫生计生委. 国家卫生计生委关于印发“十三五”全国眼健康规划(2016—2020年)的通知. 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会公报 2016;10:44-47
- 6 Mojzis P, Majerova K, Hreckova L, et al. Implantation of a diffractive trifocal intraocular lens: one-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(8):1623-1630
- 7 俞阿勇, 施恩, 王勤美, 等. 不同年龄段成年人眼的综合光学质量客观评估. 中华眼科杂志 2016;52(1):47-50
- 8 Zhang H, Wang J. Visual quality assessment of posterior capsule opacification using optical quality analysis system (OQAS). *J Ophthalmol* 2017;2017:9852195
- 9 Doroodgar F, Niazi F, Sanginabadi A, et al. Visual performance of four types of diffractive multifocal intraocular lenses and a review of articles. *Int J Ophthalmol* 2021;14(3):356-365
- 10 Nejat F, Pirhadi S, Aghamollaei H, et al. Visual and subjective outcomes following trifocal intraocular lens implantation in Iranian cataractous patients. *Oman J Ophthalmol* 2020;13(2):63-69
- 11 Mojzis P, Peña-García P, Liehneova I, et al. Outcomes of a new diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(1):60-69
- 12 吕炜亮, 刘欣华, 张静. 两焦点与三焦点人工晶状体植入术后视觉质量的比较. 国际眼科杂志 2020;20(1):41-44
- 13 Plaza-Puche AB, Alio JL. Analysis of defocus curves of different modern multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 2016;26(5):412-417
- 14 谢瞻, 丁宇华, 陈雪, 等. 高度近视白内障患者植入三焦点人工晶体的临床效果及生存质量观察. 南京医科大学学报(自然科学版) 2019;39(3):365-369
- 15 Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Fernández-Vega L, et al. Visual function after implantation of a presbyopia-correcting trifocal intraocular lens. *Ophthalmic Res* 2020;63(2):152-164
- 16 鲁铭, 朱晶, 肖泽锋. 连续视程与三焦点人工晶状体植入术后视觉质量的比较. 国际眼科杂志 2021;21(7):1166-1169
- 17 Chu MF, Hui N, Wang CY, et al. Early outcomes of vision and objective visual quality analysis after cataract surgery with trifocal intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol* 2019;12(10):1575-1581
- 18 Nanavaty MA, Ashena Z. Refractive lens exchange with a trifocal intraocular lens in Fuchs endothelial dystrophy. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(3):478-481
- 19 Piovella M, Colonval S, Kapp A, et al. Patient outcomes following implantation with a trifocal toric IOL: twelve-month prospective multicentre study. *Eye (Lond)* 2019;33(1):144-153
- 20 Garzón N, García-Montero M, López-Artero E, et al. Influence of angle κ on visual and refractive outcomes after implantation of a diffractive trifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(5):721-727