

非球面人工晶状体植入术后偏心和倾斜与视觉质量的相关性研究

唐玉玲, 钱玖林, 廖 莹, 谭青青, 周桂梅, 兰长骏

引用: 唐玉玲, 钱玖林, 廖莹, 等. 非球面人工晶状体植入术后偏心和倾斜与视觉质量的相关性研究. 国际眼科杂志 2022; 22(10):1621-1624

基金项目: 四川省卫计委重点课题项目 (No.18ZD022); 四川省医学科研课题 (No.S21011); 南充市校科技战略合作项目 (No.19SXHZ0069, 22SXFWD0003)

作者单位: (637000) 中国四川省南充市, 川北医学院附属医院 川北医学院眼视光医学院

作者简介: 唐玉玲, 毕业于川北医学院, 硕士, 住院医师, 研究方向: 白内障与视觉质量。

通讯作者: 兰长骏, 毕业于四川大学 (原华西医科大学), 教授, 主任医师, 研究方向: 白内障与视觉质量. eyelanchangjun@163.com

收稿日期: 2021-11-25 修回日期: 2022-09-05

摘要

目的: 探讨新型眼前节扫描光相干断层扫描仪 CASIA2 测量年龄相关性白内障患者植入非球面人工晶状体 (IOL) 术后的偏心和倾斜与视觉质量的关系。

方法: 观察性研究。纳入年龄相关性白内障术后 1mo 随访的患者 62 例 90 眼。应用 CASIA2 于散瞳后测量 IOL 偏心和倾斜的大小和方向, 进行 3 次测量, 取其矢量平均值。再使用 KR-1W 波前像差仪和双通道视觉质量分析系统 (OQAS) 进行测量, 获取 4.6mm 瞳孔直径下全眼总高阶像差 (tHOA)、球面像差 (SA)、彗差 (Coma)、客观散射指数 (OSI)、调制传递函数截止频率 (MTF cut off) 和斯特列尔比 (SR) 等参数。

结果: IOL 偏心与 4mm 瞳孔直径下 SA ($r = 0.347, P = 0.001$) 和 OSI ($r = 0.343, P = 0.002$) 成正相关, 与 MTF cut off ($r = -0.244, P = 0.032$) 呈负相关, 与 tHOA、Coma 和 SR 无相关。IOL 倾斜与 4mm 瞳孔直径下 MTF cut off ($r = -0.345, P = 0.002$) 和 SR ($r = -0.256, P = 0.023$) 呈负相关, 与 tHOA、SA、Coma、OSI 均无相关性。IOL 的偏心和倾斜与 6mm 瞳孔直径下的 tHOA、SA、Coma、MTF cut off、SR 均无相关性。

结论: 年龄相关性白内障患者植入非球面 IOL 后, 除 IOL 偏心与 4mm 瞳孔直径下 SA 呈弱相关性, 偏心和倾斜与其余各项高阶像差均无明显相关性, 与视觉质量参数 OSI 值及 MTF cut off 值弱相关, 提示临床医生在精准白内障手术中关注高阶像差及视觉质量。

关键词: 光学相干断层扫描; 扫频; 人工晶状体; 偏心; 倾斜; 视觉质量

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2022.10.04

Correlation between postoperative decentration and tilt of aspherical intraocular lens implantation and visual quality

Yu-Ling Tang, Jiu-Lin Qian, Xuan Liao, Qing-Qing Tan, Gui-Mei Zhou, Chang-Jun Lan

Foundation items: Key Project of Sichuan Health and Family Planning Commission (No.18ZD022); Scientific Research Project of Health and Family Planning Commission of Sichuan Province (No.S21011); Project of the Strategic Cooperation of City and College (No.19SXHZ0069, 22SXFWD0003)

Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College; Medical School of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China

Correspondence to: Chang-Jun Lan. Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College; Medical School of Ophthalmology & Optometry, North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan Province, China. eyelanchangjun@163.com

Received: 2021-11-25 Accepted: 2022-09-05

Abstract

• **AIM:** To investigate the correlation between postoperative lens decentration and tilt and visual quality in eyes implanted with aspherical intraocular lens (IOL) by using a new anterior segment swept-source optical coherence tomography (OCT) CASIA2.

• **METHODS:** An observational study. A total of 90 eyes of 62 participants who underwent age-related cataract surgery at 1mo were included. Using CASIA2 by an experienced examiner, IOL tilt and decentration were obtained three consecutive times after mydriasis and the vector mean values were calculated. Double-pass optical quality analysis system (OQAS) and wavefront aberration instrument KR-1W were used for the visual quality measurements, including the total high-order aberration (tHOA), spherical aberration (SA), Coma, objective scatter index (OSI), modulation transfer function cut off frequency (MTF cut off) and Strehl ratio (SR) at 4 and 6mm pupil diameter.

• **RESULTS:** IOL decentration was positively correlated with SA ($r = 0.347, P = 0.001$) and OSI ($r = 0.343, P = 0.002$) at 4mm pupil diameter, and it was negatively correlated with MTF cut off ($r = -0.244, P = 0.032$). There was no significant correlation between IOL decentration and tHOA, Coma and SR. IOL tilt was negatively correlated

with MTF cut off ($r=0.345$, $P=0.002$) and SR ($r=-0.256$, $P=0.023$) at 4mm pupil diameter, but it was not correlated with tHOA, SA, Coma and OSI. There were no significant correlations between the IOL decentration and tilt and tHOA, SA, Coma, MTF cut off and SR at 6mm pupil diameter.

• **CONCLUSION:** After aspherical IOL implantation in age-related cataract patients, IOL decentration was weakly correlated with SA at 4mm pupil diameter, while decentration and tilt were not significantly correlated with other higher-order aberrations. The decentration and tilt were weakly correlated with OSI value and MTF cut off value of the visual quality parameters. The results suggest that clinicians should pay more attention to higher-order aberrations and visual quality during precise cataract surgery.

• **KEYWORDS:** optical coherence tomography; swept-source; intraocular lens; decentration; tilt; visual quality

Citation: Tang YL, Qian JL, Liao X, *et al.* Correlation between postoperative decentration and tilt of aspherical intraocular lens implantation and visual quality. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(10):1621-1624

0 引言

随着人工晶状体(intraocular lens, IOL)设计变得越来越复杂,其在眼内的位置要求也更高^[1-2]。IOL植入后不可避免的存在一定程度的偏心 and 倾斜,IOL偏心 and 倾斜对成像质量的影响值得深入研究。轻微的偏心 and 倾斜虽不会引起患者明显的主观不适,但可能导致高阶像差的增加和视觉质量的下降,较严重的偏心 and 倾斜会引起视力下降、眩光等视觉症状^[3]。目前临床上应用最广泛的非球面单焦点 IOL 可抵消角膜的正球差,模仿年轻人眼中角膜和晶状体之间的球差平衡,从而提高视网膜图像质量^[4-5]。有研究表明,具有负球差的非球面 IOL 的视觉质量会随着 IOL 的偏心 and 倾斜而降低,甚至下降到低于球面 IOL 视觉质量的水平^[6]。CASIA2 为 1310nm 激光波长的新型眼前节扫频光相干断层扫描仪,以角膜地形轴作为参考轴测量晶状体和 IOL 的偏心 and 倾斜,直接获取偏心量、偏心方向、倾斜度及倾斜方向等参数,且各项参数的测量重复性均较好,有较高的准确性^[7]。本研究采用 CASIA2 测量年龄相关性白内障患者非球面 IOL 植入术后 IOL 的偏心 and 倾斜,同时使用波前像差仪 KR-1W 和双通道视觉质量分析系统 OQAS 对视觉质量进行评估,探究非球面 IOL 偏心 and 倾斜与视觉质量的关系,为临床应用提供支持。

1 对象和方法

1.1 对象 观察性研究。对 2020-03/07 于川北医学院附属医院进行白内障手术,植入 SN60WF 非球面 IOL 的年龄相关性白内障患者 62 例 90 眼于术后 1mo 进行检查,年龄 50~88(平均 68.93±1.06)岁,其中男 23 例,女 39 例。眼轴长度 21.67~25.18(平均 23.52±0.74)mm。纳入标准:(1)诊断为年龄相关性白内障,行白内障超声乳化联合 IOL 植入术后 1mo 随访并自愿接受本试验相关检查者;(2)认知能力正常、泪膜功能正常者;(3)散瞳后瞳孔直径 ≥7mm。排除标准:(1)有任何其他可能降低视力的眼部器质性病变;(2)手术并发症,如后囊膜破裂、中央连续环

形撕囊不完整或严重的后囊混浊等;(3)术后眼压 >21mmHg。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,并经川北医学院附属医院伦理委员会批准[2020ER030-1],受试者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 常规检查 所有受试者均进行眼科常规检查,包括主觉验光、裸眼视力、最佳矫正视力、裂隙灯、眼底和眼压检查。所有检查结果均较好再进行下一步检查。

1.2.2 CASIA2 检查 由同一位经验丰富的检查者使用 CASIA2 进行检查。IOL 测量采用 Post-op Cataract 模式,被检者在检查前均休息 5min,使用 0.5%复方托吡卡胺滴眼液散瞳后进行测量,测量时嘱患者注视固视灯,测量后检查测量图像,确认后保存,直接获取 IOL 偏心量、偏心方向、倾斜度及倾斜方向等参数,连续进行 3 次测量。

1.2.3 OQAS 检查 在散瞳状态下(瞳孔 ≥7mm),0.50D 以上的散光患者需通过外插柱镜的方式矫正。因机器自身设定,只可测出 4mm 瞳孔直径下的客观散射指数(objective scatter index, OSI);同时在 4mm 和 6mm 瞳孔直径下分别获得调制传递函数截止频率(modulation transfer function cut off frequency, MTF cut off)、斯特列尔比(Strehl ratio, SR)。OSI 是指视网膜像的周边光强度与中央峰值光强度的比值,反映了全眼屈光介质的透明度和各界面的光滑度,其比值越高,提示患者散射越严重,正常眼的 OSI 低于 2.0。MTF cut off 代表低对比度时的最高频率,其数值越大,表示成像质量越好,正常人 ≥30c/deg。SR 为在同一瞳孔直径下,像差光学系统的点扩散函数的中心峰值与衍射受限光学系统(无像差)点扩散函数的中心峰值比值,正常人约为 30%,一般认为比值越高,越接近无像差光学系统。

1.2.4 KR-1W 检查 在散瞳状态下(瞳孔 >6mm),检查 4mm 和 6mm 瞳孔直径下角膜、眼内和全眼的总高阶像差(total high order aberration, tHOA)、球差(spherical aberration, SA)及彗差(Coma)。

统计学分析:采用 SPSS26.0 软件进行统计分析。连续型定量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实呈正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用 Pearson 相关分析法分析 IOL 偏心 and 倾斜的相关性,若 IOL 的偏心 and 倾斜相关性有统计学意义,则采用多重线性回归方法进行检验。计算相关系数时,对 3 次测量结果使用矢量分析方法(参照 Holladay 等^[8]的方法)得到矢量的平均值。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 IOL 植入术后偏心、倾斜、全眼高阶像差和 OQAS 相关参数 CASIA2 测量散瞳后 IOL 的偏心量为 0.256 ± 0.013 (0.043 ~ 0.764) mm,倾斜度为 $4.955^\circ \pm 0.143^\circ$ ($1.565^\circ \sim 7.664^\circ$),偏心量与倾斜度间无相关性($r=0.123$, $P=0.252$)。IOL 在 4、6mm 瞳孔直径下高阶像差和 OQAS 相关参数见表 1。

2.2 IOL 偏心值和倾斜度与高阶像差的关系 IOL 偏心与 4mm 瞳孔直径下的 SA ($r=0.347$, $P=0.001$) 呈正相关,与 tHOA ($r=0.092$, $P=0.400$)、Coma ($r=0.114$, $P=0.297$) 无相关性;IOL 倾斜与 4mm 瞳孔直径下的 tHOA ($r=-0.062$, $P=0.570$)、SA ($r=0.034$, $P=0.755$)、Coma ($r=0.050$, $P=$

表1 IOL在4、6mm瞳孔直径下的高阶像差和OQAS相关参数

瞳孔直径	tHOA (μm)	SA (μm)	Coma (μm)	OSI	MTF cut off (c/deg)	SR
4mm	0.251 \pm 0.126	0.023 \pm 0.026	0.112 \pm 0.070	1.680 \pm 0.735	30.379 \pm 7.863	0.137 \pm 0.044
6mm	0.818 \pm 0.417	0.116 \pm 0.110	0.341 \pm 0.222	-	24.835 \pm 7.953	0.125 \pm 0.046

0.650)均无相关性。IOL偏心与6mm瞳孔直径下的tHOA ($r=0.118, P=0.278$)、SA ($r=0.164, P=0.132$)、Coma ($r=0.148, P=0.174$)均无相关性;IOL倾斜与6mm瞳孔直径下的tHOA ($r=-0.041, P=0.709$)、SA ($r=-0.040, P=0.712$)、Coma ($r=0.054, P=0.623$)均无相关性。

2.3 IOL 偏心值和倾斜度与OQAS参数的关系 IOL偏心与4mm瞳孔直径下的OSI ($r=0.343, P=0.002$)呈正相关,与MTF cut off ($r=-0.244, P=0.032$)呈负相关,与SR ($r=-0.137, P=0.232$)无相关性;IOL倾斜与4mm瞳孔直径下的OSI无明显相关性 ($r=0.199, P=0.081$),与MTF cut off ($r=-0.345, P=0.002$)、SR ($r=-0.256, P=0.023$)呈负相关。IOL偏心与6mm瞳孔直径下MTF cut off ($r=-0.183, P=0.109$)、SR ($r=-0.149, P=0.193$)均无相关性;IOL倾斜与6mm瞳孔直径下MTF cut off ($r=-0.173, P=0.129$)、SR ($r=-0.087, P=0.450$)均无相关性。

3 讨论

虽然轻微的IOL偏心 and 倾斜不会影响视力,但可能对IOL眼的光学性能产生负面的影响,特别是对于植入非球面IOL、散光矫正型IOL和多焦点IOL的患者。与球面IOL相比,非球面IOL的偏心和倾斜更容易导致非对称像差,在严重的情况下则会降低视觉质量。Lawu等^[9]认为IOL的偏心和倾斜会增加眼的高阶像差如Coma,并产生散光和离焦;其中,散光和离焦可通过眼镜矫正,而无法矫正的Coma则会影响视觉质量。此研究同时发现,对于IOL的移位,tHOA值是视觉性能分析中最重要的组成部分,它主要取决于Coma和SA,矫正SA的非球面IOL比标准球面IOL具有更好的光学性能。随着非球面IOL负球差设计的增加,偏心和倾斜对散光、Coma和tHOA的影响也增加,而SA保持不变。表明负球差矫正程度越高的IOL设计,对偏心和倾斜越敏感,更易产生视觉质量的下降。

Liao等^[10]使用KR-1W对植入SN60WF非球面IOL后3mo的患者进行像差检查,4mm瞳孔直径下,SA为0.02 \pm 0.02 μm ,Coma为0.11 \pm 0.06 μm ,tHOA为0.20 \pm 0.11 μm ,MTF cut off为32.08 \pm 8.98c/deg,SR为0.16 \pm 0.03;6mm瞳孔直径下,SA为0.11 \pm 0.11 μm ,Coma为0.38 \pm 0.19 μm ,tHOA为0.69 \pm 0.32 μm ,MTF cut off为24.02 \pm 8.94c/deg,SR为0.13 \pm 0.04。本研究结果与Liao等^[10]研究中各高阶像差值及OQAS参数较为接近。

Taketani等^[11]对40例白内障术后患者IOL位置与波前像差进行分析,IOL平均倾斜为(3.43 \pm 1.55) $^\circ$,平均偏心0.303 \pm 0.168mm,IOL倾斜与Coma呈正相关,与tHOA、SA无相关性;IOL偏心与tHOA、SA和Coma均无相关性。而Turwhenua^[12]对模型眼的研究发现,IOL偏心会引起Coma增大,而合并的倾斜方向不同会增大或减少Coma。

以上研究均表明IOL的偏心和倾斜会对眼高阶像差产生影响,且主要是倾斜对Coma的影响。本研究通过分

析白内障患者术后偏心和倾斜与高阶像差的相关性发现,在分析4mm瞳孔直径时,IOL偏心和与SA呈正相关,与tHOA和Coma无相关性,IOL倾斜与tHOA、Coma、SA均无相关性;在瞳孔直径为6mm时,IOL偏心和倾斜与tHOA、Coma、SA均无相关性。

本研究结果中,IOL偏心虽与4mm瞳孔直径SA呈正相关,但相关性弱,故无临床意义。IOL的倾斜与各类高阶像差均无明显相关性。IOL偏心和倾斜与各类高阶像差的相关性均不明显,究其原因可能是本研究纳入病例的眼轴长度并未过于偏离正常,故偏心和倾斜的量较小,对各类高阶像差的影响也较小。He等^[13]对使用OPD-Scan III两款多焦点IOL(SN6AD1及ZMB00)的偏心和倾斜及视觉质量进行研究发现,IOL的倾斜对两种多焦点IOL的各类高阶像差均有较大的影响,IOL偏心对多焦点IOL ZMB00的各类高阶像差也有较大影响,但在多焦点IOL SN6AD1中,偏心与各类高阶像差无明显相关性。本研究仅采用非球面IOL进行研究,偏心和倾斜对各类高阶像差的影响较小,故可进一步研究多焦点IOL偏心和倾斜与视觉质量的相关性。

本研究同时使用OQAS评价IOL偏心和倾斜与OSI、MTF cut off、SR的相关性,以更好地、可量化地评价视觉质量。IOL偏心与4mm瞳孔直径下的OSI呈正相关,与MTF cut off呈负相关,与SR无相关性;而IOL倾斜与4mm瞳孔直径下的MTF cut off、SR均呈负相关,与OSI无相关性。

Holladay等^[14]研究表明,非球面IOL的偏心小于0.4mm,倾斜小于7 $^\circ$,其视觉质量才会优于球面IOL的视觉质量,否则IOL的偏心和倾斜可能会限制、抵消或改变非球面IOL的优点。而由于本研究纳入的病例均为术前晶状体位置正常、悬韧带正常、无外伤史且眼轴长度正常的单纯年龄相关性白内障,故术后偏心和倾斜大多明显小于0.4mm和7 $^\circ$,偏心和倾斜对视觉质量的影响也较小,故IOL倾斜与高阶像差无相关性,即使偏心与高阶像差表现出一定的相关性,相关性也较弱。IOL偏心与4mm瞳孔下的OSI值呈正相关,偏心和倾斜均与MTF cut off呈负相关,虽相关性较弱,但一定程度上反映了OQAS参数相对于高阶像差评价视觉质量更为全面。后期将进一步研究长眼轴和短眼轴患者IOL偏心和倾斜与视觉质量的相关性,更全面地评价IOL偏心和倾斜与视觉质量的关系。

参考文献

- Chen XY, Gu XX, Wang W, et al. Characteristics and factors associated with intraocular lens tilt and decentration after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(8):1126-1131
- Gu XX, Chen XY, Yang GY, et al. Determinants of intraocular lens tilt and decentration after cataract surgery. *Ann Transl Med* 2020; 8(15):921
- 兰长骏,唐玉玲,廖莹.人工晶状体的偏心和倾斜. *中华眼科杂志* 2021;57(7):552-556

4 Chen XY, Wang YC, Zhao TY, *et al.* Tilt and decentration with various intraocular lenses: a narrative review. *World J Clin Cases* 2022; 10(12):3639-3646

5 Olstrup T, Bende T, Al-Mohamedi H, *et al.* Comparison of spherical and aspheric intraocular lenses with decentration and tilt error using a physical model of human contrast vision and an image quality metric. *Zeitschrift Für Medizinische Physik* 2021;31(3):316-326

6 Liu YQ, Zhao JY, Hu YP, *et al.* Comparison of the visual performance after implantation of three aberration-correcting aspheric intraocular lens. *Curr Eye Res* 2021;46(3):333-340

7 唐玉玲, 廖莹, 谭青青, 等. CASIA2 对扩瞳前后晶状体和人工晶状体偏心和倾斜测量的重复性. *中华实验眼科杂志* 2022;40(5):440-447

8 Holladay JT, Dudeja DR, Koch DD. Evaluating and reporting astigmatism for individual and aggregate data. *J Cataract Refract Surg* 1998;24(1):57-65

9 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 Cataract Refract Surg* 2019;45(5):662-668

10 Liao X, Li JY, Tan QQ, *et al.* Comparison of visual quality after implantation of A1-UV and SN60WF aspheric intraocular lens. *Int J Ophthalmol* 2020;13(11):1727-1732

11 Taketani F, Matuura T, Yukawa E, *et al.* Influence of intraocular lens tilt and decentration on wavefront aberrations. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(10):2158-2162

12 Turuwhenua J. A theoretical study of intraocular lens tilt and decentration on perceptual image quality. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005; 25(6):556-567

13 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. *Eye* 2018;32(7):1237-1243

14 Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, *et al.* A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. *J Refract Surg* 2002;18(6):683-691

国际眼科杂志中文版 (IES) 近 5 年影响因子趋势图

