

## 有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后波阵面像差分析

易全勇 吕帆 王勤美 薛安全 刘利娜 杜显丽

**【摘要】 目的** 探讨2种不同前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后波阵面像差及成像质量的差异。**方法** 使用 WASCA 波阵面像差仪,在瞳孔直径 5 mm 时,测量有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视患者 36 例 63 眼(虹膜夹型 33 眼;房角支撑型 30 眼),并选择年龄匹配的近视患者 21 例 30 眼,排除眼病疾患作为对照组。获得整体像差、各分阶像差的均方根(RMS),及 Z6-Z14 项系数。**结果** ①实验组两亚组总高阶像差(RMS<sub>H</sub>)和 3-7 阶各阶均方根均比对照组大,指标的差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。②房角支撑型 RMS<sub>5</sub>、Z<sub>13</sub> 大于虹膜夹型,而 Z<sub>10</sub>、Z<sub>12</sub> 项小于虹膜夹型,差异均有统计学意义。③实验组术后整体高阶像差(RMS<sub>H</sub>)的均方根与术前等效球镜屈光度均呈显著正相关。 $(R=0.826, P<0.05 R=0.754, P<0.05)$ 。**结论** 实验组眼的视网膜成像质量较自然晶状体眼差。二种人工晶状体眼高阶像差差异性不大,房角支撑型视网膜成像质量可能优于虹膜夹型。实验组术前近视度数越高的眼,术后视网膜成像质量越差。

**【关键词】** 波前像差;有晶状体眼;前房型人工晶状体;高度近视

Analyze of the wavefront aberrations in phakic eyes with the anterior chamber phakic intraocular lens for high myopia YI Quanyong, LU Fan, WANG Qingmei, et al. Eye Hospital of Wenzhou Medical collage, Wenzhou China, 325027.

**【Abstract】 Objective** We compared wavefront aberrations in the eye after the insertion of an anterior chamber phakic intraocular lens for high myopia in order to obtain an objective evaluation of the retinal image of these eyes. **Methods** The intraocular lenses of iris-claw(verisyse), and angle-fixated(Phakic-6) were implanted in the patients with high myopia at the numbers of 33 and 30 eyes in each group respectively. Aberrations in the eyes were measured in un-dilated pupil using a Hartmann-Shack-type aberrometer (WASCA). The same measurements were done in 21 normal phakic eyes in age-matched persons. We obtain the RMS values of the overall wavefront errors (RMS<sub>H</sub>), the RMS in each order (3<sup>rd</sup> to 7<sup>nd</sup>) and Z<sub>6</sub>-Z<sub>14</sub> values of zernike functions. **Results** the RMS<sub>H</sub> and the RMS in each order (3<sup>rd</sup> to 7<sup>nd</sup>) was greater than those for the normal controls. The differences in RMS values between the phakic eyes and the normal controls were also statistically significant ( $p<0.05$ ). The RMS<sub>5</sub> and Z<sub>13</sub> coefficient in angle-fixated group was higher than iris-claw group ( $p<0.05$ ), and the Z<sub>10</sub>、Z<sub>12</sub> coefficient was lower than iris-claw group. The differences were also statistically significant ( $p<0.05$ ). There was a significant positive correlation between severity of myopia and RMS<sub>H</sub> of the phakic eyes ( $R=0.826, P<0.05 R=0.754, P<0.05$ ). **Conclusion** the retinal image of the eyes of the anterior chamber phakic intraocular lens for high myopia is inferior to normal eyes because of stronger higher-order aberrations. there is no big difference in higher-order aberrations of eyes with 2 types of PIOL. The retinal image of the eyes with angle-fixated(Phakic-6) can better than the eyes with iris-claw(verisyse). The higher severity of myopia was, Were the retinal image of the phakic eyes worse.

**【Key words】** Wavefront aberrations; Phakic eye; Anterior chamber phakic intraocular lens; High myopia

基金项目:十五国家攻关项目(2004BA720A16)

作者单位:325027 温州,温州医学院眼视光学院;(现工作单位:315040 宁波市江东眼科医院)

通讯作者:吕帆, E-mail: Lufan@wzmc.net

目前,有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视应用越来越广泛,包括虹膜夹型和房角支撑型两种类型,其固定方式、设计特点、光学特性等方面存在不同。关于有晶状体眼前房型人工晶状

体植入矫治高度近视术后的视力、屈光结果、并发症等方面的研究,证明其是一种安全、有效的屈光手术。但关于反映其光学特性、和视觉质量的高阶像差的研究较少。针对前房虹膜夹型人工晶状体植入矫治高度近视眼的高阶像差研究。Brunette I 认为术后的高阶像差较术前习惯矫正方式测量的高阶像差降低<sup>[1]</sup>, Bühren J 的研究表明术后高阶像差较术前轻微增加<sup>[2]</sup>。但他们的研究没有包括房角支撑型,其术前近视度数也较我们的低,而且样本量较小。本研究旨在观察,分析两种前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后波前像差的变化并与自然晶状体眼比较,探讨其视网膜成像质量。并以期为这两种人工晶状体的设计提供一些临床依据。

### 资料和方法

1. 资料及分组: 收集 2005 年 4 月至 2006 年 4 月来本院住院行有晶状体眼前房人工晶状体植入的

高度近视患者 36 例 63 眼作为试验组,一般资料见表 1。入选标准为高度近视、人工晶状体植入前房、术后随访 3 个月人工晶状体位正、无炎症反应。排除标准为有该眼手术史(包括激光手术史)、除高度近视以外的眼部疾病、眼外伤史、全身系统性疾病如糖尿病等、术后随访时发现人工晶状体偏位者、瞳孔变形者。所有人工晶状体眼在术中、术后均未发生眼内出血、继发性白内障、视网膜脱离等并发症。同时从来我眼科进行准分子激光手术前的年龄匹配的普通近视人群中选取 20 人 30 眼作为对照组病例,同样行波阵面像差检查,要求双眼除屈光不正外,无任何疾患,晶状体透明,矫正视力  $> 1.0$ 。

试验组患者随机分入 2 个亚组,每组分别使用虹膜夹型人工晶状体(Verisyse)、房角支撑型人工晶状体(Phakic-6)完成高度近视有晶状体前房人工晶状体植入术。

表 1 一般资料

组别	眼数	年龄(岁)	男	女	BCVA	UCVA	球面屈光度	柱面屈光度
Verisyse	33	30	9	15	3.792 ± 0.133	4.797 ± 0.182	-14.76 ± 3.26	1.78 ± 1.05
Phakic-6	30	32	4	16	3.806 ± 0.124	4.673 ± 0.209	-17.43 ± 3.67	2.05 ± 0.89
对照组	30	28	8	13	4.182 ± 0.105	4.921 ± 0.167	-3.658 ± 0.344	0.89 ± 0.359

2. 手术过程: 手术由同一位熟练资深医师操作。术前半小时 2% 真瑞眼水缩瞳。1% 爱尔卡因表麻或 2% 利多卡因球周麻醉。根据术前验光结果,一般在上方选择最大屈力子午线作角巩膜隧道切口,切口大小取决于人工晶状体光学区直径。卡米可林缩瞳,前房粘弹剂填充。3 点及 9 点透明角膜缘内隧道切口。扩大上方切口,植入人工晶状体,将人工晶状体光学中心调整使之居中。虹膜夹型: 用特制的虹膜镊或虹膜钩将 3 点和 9 点中周部虹膜固定于人工晶体的绊间; 房角支撑型: 用调拨钩将晶体襻调整至 3 点和 9 点并支撑于房角。乳酸林格氏液置换前房内粘弹剂,上方切口 10-0 的 Alcon 线缝合一针。

3. 术后随访: 所有的患者术前,术后 1m, 术后 3m 行常规裸眼视力、最佳矫正视力、眼压、裂隙灯、主觉验光、角膜内皮细胞、角膜地形图、术后 1 个月, 术后 3 个月行波前像差检查。波前像差检查在同一暗室环境,未用散瞳药。瞳孔直径  $> 5\text{mm}$  者进行波前像差检查,每只眼由同一熟练医师检查 3 次,取图质佳者进行分析。分析 5mm 瞳孔直径下的

像差,用于分析像差图的 X、Y、Z 轴误差均  $< 0.2\text{mm}$ 。

4. 波阵面像差仪说明: 波前像差仪: 以 Hartmann-Schack 波前感受器理论为基础的 WASCA 像差仪(德国 ZEISS 公司生产),此像差仪为出射型客观型像差仪。

5. 统计学方法: 应用 SPSS12.0 软件包进行数据处理,三组以上资料比较采用方差分析。两变量的比较采用直线相关分析。以  $P < 0.05$  作为检验的标准。

### 结 果

1. 视力: 2 个亚组患者术后随访未见并发症,虹膜夹型组术后裸眼视力 4.5 ~ 4.9, 平均为 4.8; 最佳矫正视力 4.5 ~ 5.1, 平均为  $4.943 \pm 0.151$ 。房角支撑型组平均术后裸眼视力 4.4 ~ 5.0, 平均为  $4.749 \pm 0.134$ ; 最佳矫正视力 4.4 ~ 5.1, 平均  $4.820 \pm 0.131$ 。两组术后裸眼视力、最佳矫正视力均较术前明显提高。

2. 像差: 实验组和对照组总高阶像差和 3 ~ 7

阶各阶均方根比较见表 2, 实验组两亚组总高阶像差(RMS<sub>H</sub>)和 3~7 阶各阶均方根均比对照组大, 指标的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。房角支撑型除

4 阶外, 其余各阶均方根均较虹膜夹型大, 但多数指标的差异无统计学意义, 仅有 5 阶差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表 2 各组各阶均方根比较

	正常对照组	Verisyse	Phakic-6	F
RMS <sub>H</sub>	0.176 ± 0.074	0.362 ± 0.101*	0.403 ± 0.172*	29.555
RMS <sub>3</sub>	0.138 ± 0.068	0.291 ± 0.102*	0.336 ± 0.153*	25.500
RMS <sub>4</sub>	0.082 ± 0.054	0.191 ± 0.094*	0.169 ± 0.100*	13.809
RMS <sub>5</sub>	0.045 ± 0.020	0.058 ± 0.019*	0.079 ± 0.037*#	13.056
RMS <sub>6</sub>	0.024 ± 0.015	0.043 ± 0.026*	0.047 ± 0.027*	8.647
RMS <sub>7</sub>	0.018 ± 0.008	0.026 ± 0.009*	0.031 ± 0.014*	10.782

Compare with normal: \* $p < 0.05$  compare with Verisyse #  $p < 0.05$

表 3 Z<sub>6</sub>~Z<sub>14</sub> 项常数项比较

	正常对照组	Verisyse	Phakic-6	F
Z <sub>6</sub>	-0.016 ± 0.080	0.193 ± 0.125*	0.183 ± 0.180*	23.661
Z <sub>7</sub>	0.025 ± 0.098	0.021 ± 0.090	-0.033 ± 0.150	2.386
Z <sub>8</sub>	0.026 ± 0.040	0.017 ± 0.097	0.044 ± 0.149	0.536
Z <sub>9</sub>	0.007 ± 0.070	-0.004 ± 0.158	-0.018 ± 0.166	0.245
Z <sub>10</sub>	0.005 ± 0.036	-0.090 ± 0.039	-0.039 ± 0.087*#	5.268
Z <sub>11</sub>	-0.001 ± 0.023	0.004 ± 0.023	0.020 ± 0.060	2.259
Z <sub>12</sub>	0.033 ± 0.056	0.115 ± 0.160*	-0.056 ± 0.104*#	17.063
Z <sub>13</sub>	-0.009 ± 0.053	-0.002 ± 0.039	0.025 ± 0.062*#	3.759
Z <sub>14</sub>	0.010 ± 0.027	-0.019 ± 0.056	0.002 ± 0.088	1.858

Compare with normal: \* $p < 0.05$  compare with Verisyse #  $p < 0.05$

Z<sub>6</sub>~Z<sub>14</sub> 项 Zernike 常数项比较见表 3。多数指标的差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。虹膜夹型组与房角支撑型组之间的 Z<sub>10</sub>、Z<sub>12</sub>、Z<sub>13</sub> 的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，2 种人工晶状体的各项 Zernike 常数和对照组相比, 少数几项差异有统计学意义。

虹膜夹型整体高阶像差 (RMS<sub>H</sub>) 的均方根与术前等效球镜屈光度的相关系数( $R = 0.826, P < 0.05$ ) 房角支撑型整体高阶像差 (RMS<sub>H</sub>) 的均方根与术前等效球镜屈光度的相关系数( $R = 0.754, P < 0.05$ )。

## 讨 论

随着稳定、精确的像差仪的发展, 用像差来评价屈光手术, 特别是角膜屈光手术后的视觉质量的研究很广泛, 有报道 PRK、LASIK 手术均增加了眼的高阶像差<sup>[3-4]</sup>。

本研究显示两种晶状体术后整体高阶(RMS<sub>H</sub>)、3~7 阶均方根均较对照组大, 差异有统计学意义, 其

中 3 阶慧差、4 阶球差高出最明显。其原因可能是:

①高度近视眼本身像差较大。Marcos 等的研究表明 3、4 阶像差与屈光度数有线性正相关关系<sup>[5]</sup>。②人工晶状体本身产生的像差, 可能是实验组球差较大的主要原因。③人工晶状体的边缘的影响。前房型人工晶状体置于前房, 边缘暴露故容易产生折射、散射, 而影响像差。④人工晶状体的轻微倾斜、偏心对象差的影响。Futoshi Taketani 的研究认为人工晶状体的倾斜与慧差呈显著正相关<sup>[6]</sup>。⑤手术因素的影响。我们手术切口均为 6mm 角巩膜缘隧道切口, 可能导致慧差增大。两种晶状体眼的 3 阶、4 阶各项系数中的 Z<sub>6</sub> (三叶草)、房角支撑型 Z<sub>10</sub> (四叶草)、Z<sub>13</sub> (二次散光) 项都较对照组高。这些项像差对视觉质量影响不明显, 其具体的临床视觉质量意义也并不很清楚。两种晶状体术后 Z<sub>12</sub> (球差) 均明显较对照组大, 而球差对视觉质量影响较明显, 可能主要是由植入的人工晶状体本身产生的。Bühren J 等针对前房虹膜夹型人工晶状体植入矫治

高度近视术后的波前像差研究表明术后高阶像差较术前轻微增加,部分是由于 Z(3, -3)和 Z(4, 0)两项的增加所致<sup>[2]</sup>。与我们的研究结果类似,但他的研究没有包括房角支撑型,其术前近视度数也较我们低。

虹膜夹型和房角支撑型比较,房角支撑型 5 阶(二次慧差)、均方根均较虹膜夹型大,差异有统计学意义。虹膜夹型为一片式,攀也为 PMMA 材料较硬,夹于虹膜上故较稳定,而房角支撑型虽然也为一片式,但攀为半柔软性稳定性差,容易发生倾斜。两种晶状体植入均采用同样 6mm 角巩膜缘隧道切口,故房角支撑型 5 阶(二次慧差)高考虑主要是因为房角支撑型晶状体更易倾斜引起。在对成像质量影响较明显的 Z12(球差),房角支撑型小于虹膜夹型,且房角支撑型为负,而虹膜夹型术后 Z12 球差为正。其原因推测来自于设计的不同,两者均为 PMMA 材料,但前者为双凹型设计故产生负球差,而后者为平凸型设计故产生正球差。两组的 Z10(四叶草)、Z13(二次散光)项房角支撑型大于虹膜夹型,但 Z10(四叶草)、Z13(二次散光)项像差一般对眼视觉质量影响不明显。目前较为普遍的观点是各种高阶像差中主要是球差对视网膜成像质量有较大影响,而慧差甚至还有可能对成像有辅助作用,两种人工晶状体植入术后视网膜成像质量,房角支撑型可能优于虹膜夹型。

正常人眼角膜球差为正,眼内球差(主要是晶状体像差)为负,互相弥补而减少人眼的整体像差<sup>[7]</sup>。根据这一原理设计的 Tecnis 人工晶状体为负球差。用于白内障患者,使术后眼的球差较其它传统人工晶状体眼明显减少<sup>[8]</sup>。本研究是在自然晶状体前植入一个人工晶状体,而且术前均为高度近视,与一般白内障手术患者不同。本研究结果显示虹膜夹型术后 Z12 球差为正,而房角支撑型为负且较对照组大。故提示将虹膜夹型人工晶状体设计为更大负球差,将房角支撑型人工晶状体设计为更大正球差,将可能减少术后眼的整体球差,从而提高视网膜成像质量。

本研究相关性分析表明两种有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后整体高阶像差随

术前等效球镜屈光度的增加而增加。术前近视度数越高术后高阶像差越大。其原因主要有两个方面,首先近视度数越高,眼的本身像差越大。其次与植入的人工晶状体本身的度数也有关系。

本研究评价了 2 种不同人工晶状体在有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后的视力和高阶像差,发现有晶状体眼前房型人工晶状体植入矫治高度近视术后裸眼视力、最佳矫正视力均较术前明显提高。两种晶状体术后整体高阶(RMSH)、3-7 阶均方根均较正常自然晶状体眼大。可能与高度近视眼本身像差较大、人工晶状体本身产生的像差、及其边缘的影响、人工晶状体的轻微的倾斜、偏心 and 手术因素等的影响有关。二种人工晶状体高阶像差差异性不大,仅 RMS5、房角支撑型大于虹膜夹型, Z12 虹膜夹型大于房角支撑型。Z10、Z13 项房角支撑型大于虹膜夹型。但确切原因还不明了,需要更多的研究去探明。

#### 参考文献

- 1 Bruhette I, Bueno JM, Harissi-Dagher M et al. Optical quality of the eye with the Artisan phakic lens for the correction of high myopia. *Optom Vis Sci*. 2003;80(2):167-74.
- 2 Buhren J, Kasper T, Terzi E et al. Higher order aberrations after implantation of an iris claw pIOL (Ophtec Artisan) in the phakic eye. *Ophthalmologie*. 2004;101(12):1194-201.
- 3 Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, Krinke H-E. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 2000; 118:17-21
- 4 Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, et al. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001; 42:1396-1403.
- 5 Marcos S, Barbero S, Lorente L, Why high myopic eyes tend to more aberrated? *Optical Society of America Technical Digest*. Long beach, CA2001.
- 6 Futoshi T, Toyoaki M, Eiichi Yukawa, et al. Influence of intraocular lens tilt and decentration on wavefront aberrations. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:2158-2162.
- 7 Pablo Artal, Antonio Guirao, Esther Berrio. Compensation of corneal aberration by the internal optical in the human eye. *Journal of Vision* (2001)1,1-8.
- 8 Bellucci R, Morselli S, Piers P, et al. Comparison of wavefront aberrations and optical quality of eyes implanted with five different intraocular lenses. *J Refract Surg*, 2004, 20:297-306.

(收稿时间: 2006-07)