

# 高度近视眼后房型 ICL 植入术后波前像差的改变

刘玉璞<sup>1,2</sup>, 李雪冬<sup>1</sup>, 鲁媛媛<sup>1</sup>, 宫巧娥<sup>1</sup>, 刘佩佩<sup>1</sup>, 孔 珺<sup>1</sup>

基金项目:辽宁省教育厅重点实验室项目(No. 2009S107); 辽宁省科技厅科技攻关项目(No. 2010225034)

作者单位:<sup>1</sup>(110005)中国辽宁省沈阳市,中国医科大学附属第四医院眼科;<sup>2</sup>(028000)中国内蒙古自治区通辽市医院眼科

作者简介:刘玉璞,毕业于中国医科大学,医学硕士,住院医师,研究方向:屈光不正与白内障。

通讯作者:孔珺,毕业于中国医科大学,医学博士,主任医师,研究方向:屈光不正与白内障。kongjun1975@sina.com

收稿日期:2012-12-10 修回日期:2013-03-05

## Wave-front aberration changes in high myopia patients after implantable collamer lens implantation

Yu-Pu Liu<sup>1,2</sup>, Xue-Dong Li<sup>1</sup>, Yuan-Yuan Lu<sup>1</sup>, Qiao-E Gong<sup>1</sup>, Pei-Pei Liu<sup>1</sup>, Jun Kong<sup>1</sup>

**Foundation items:** Key Laboratory Project of Liaoning Provincial Education Bureau, China (No. 2009S107); Scientific and Technological Project of Liaoning Provincial Science and Technology Bureau, China (No. 2010225034)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, the 4<sup>th</sup> Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110005, Liaoning Province, China;

<sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Tongliao City Hospital, Tongliao 028000, Inner Mongolia Autonomous Region, China

**Correspondence to:** Jun Kong. Department of Ophthalmology, the 4<sup>th</sup> Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110005, Liaoning Province, China. kongjun1975@sina.com

Received: 2012-12-10 Accepted: 2013-03-05

## Abstract

• **AIM:** To observe the changes of wave-front aberration in high myopia patients after implantable collamer lens (ICL) implantation.

• **METHODS:** Wave-front aberrations were evaluated by NIDEK Optical path differences (OPD) in 50 eyes of 25 high myopia patients who received ICL implantation preoperatively and 1 month postoperatively. The results were analyzed by Student's *t* test.

• **RESULTS:** The Zernike functional values of total aberration and internal total aberration in 6mm pupil size area of the postoperative eyes implanted with ICL were found significantly statistical lower ( $P < 0.05$ ) than those of the preoperative eyes. The Zernike functional values of total high-order aberration, total spherical-like aberration, total coma-like aberration, total trefoil-like aberration and internal total coma-like aberration were found significantly statistical higher ( $P < 0.05$ ) than those of the preoperative eyes. The Zernike functional values of

cornea aberration were not found significantly statistical changes compared with those of the preoperative eyes.

• **CONCLUSION:** Although total aberrations could be decreased by implantable collamer lens implantation in high myopia eyes, high-order aberrations such as total spherical-like aberrations, total coma-like aberrations and total trefoil-like aberrations are increased in certain degree.

• **KEYWORDS:** implantable collamer lens; high myopia; wave-front aberrations

**Citation:** Liu YP, Li XD, Lu YY, *et al.* Wave-front aberration changes in high myopia patients after implantable collamer lens implantation. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013; 13(3): 462-465

## 摘要

**目的:** 观察高度近视眼有晶状体眼后房型人工晶状体植入后全眼及眼内波前像差的变化。

**方法:** 选择行有晶状体眼人工晶状体(implantable collamer lens, ICL)植入术的高度近视眼患者 25 例 50 眼,用尼德克波前像差仪测量患者 6mm 瞳孔区域内术前和术后 1mo 的波前像差值,对其进行配对 *t* 检验。

**结果:** ICL 植入术后 1mo 全眼总体波前像差(OPD Total)、眼内总体波前像差(Internal Total)较术前明显下降( $P < 0.05$ )。全眼总体高阶波前像差(OPD High)、全眼总体球面像差(OPD T. SPH)、全眼总体彗差(OPD T. Coma)、全眼总体三叶草(OPD T. Trefoil)、眼内总体彗差(Internal T. Coma)较术前有不同程度升高,具有统计学意义( $P < 0.05$ )。角膜总体波前像差(C-Total)、角膜总体高阶波前像差(C-High)、角膜球差(C-T. Sph)、角膜彗差(C-T. Coma)、角膜四叶草(C-T. 4Foil)较术前有不同程度升高,角膜三叶草(C-T. Trefoil)较术前明显下降,但差异均无统计学意义。

**结论:** 有晶状体眼后房型人工晶状体植入术虽然显著降低了高度近视眼的总体波前像差,但术眼球面像差、彗差、三叶草等高阶波前像差有不同程度增加。

**关键词:** 有晶状体眼人工晶状体;高度近视;波前像差

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2013.03.11

**引用:** 刘玉璞,李雪冬,鲁媛媛,等. 高度近视眼后房型 ICL 植入术后波前像差的改变. 国际眼科杂志 2013; 13(3): 462-465

## 0 引言

有研究显示,近视在我国的发病率高达 58%<sup>[1]</sup>。随着医疗技术的发展和广大屈光不正患者对视觉质量追求不断提高,屈光手术已经越来越多的被患者接受和期待。对于低中度近视,准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)

或角膜上皮瓣下准分子激光角膜磨镶术(LASEK)是比较理想的手术方式<sup>[2,3]</sup>。但是对于高度近视患者,角膜屈光手术由于切削过多角膜,角膜前表面形态改变明显,术后安全性下降,且术后视觉质量欠佳<sup>[4,5]</sup>。此外,对于一些特殊患者,如角膜厚度较薄、圆锥角膜、角膜血管翳及干眼症等,眼内屈光手术显示出较强优势<sup>[6-8]</sup>。有晶状体眼后房型人工晶状体(ICL)植入术作为治疗高度近视及远视的屈光手术术式之一<sup>[9-12]</sup>,由于其优质的术后视觉效果,逐渐受到患者及眼科医生越来越多的关注。本文针对高度近视眼行有晶状体眼后房型人工晶状体植入术后全眼及眼内波前像差的改变进行研究,现报告如下。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取2008-01/2009-01在我院行有晶状体眼人工晶状体植入术治疗高度近视的患者25例50眼,男11例22眼,女14例28眼,年龄23~35(平均28.5±3.4)岁,屈光度-8.00~-13.00(平均-10.57±0.87)DS。入选标准:近视度数≥-6.00D,近2a度数未增加;前房深度≥2.8mm;角膜内皮细胞密度≥3000个/mm<sup>2</sup>;无周边视网膜干性裂孔和格子样变性灶或已行眼底激光光凝裂孔和变性灶的患眼;患者能理解手术,同意并能耐受手术者;暗室状态下瞳孔直径不超过7.0mm。排除标准:白内障、青光眼、圆锥角膜、葡萄膜炎、视网膜脱离、视神经炎、中心性浆液性视网膜病变等眼部疾病;患有糖尿病、高血压等系统疾病。仪器:Nidek OPD-Scan ARK 10000像差仪。该像差仪是根据Scheiner-Smirnov原理,以光路追迹理论为基础设计的主观像差仪。

## 1.2 方法

**1.2.1 测量方法** 在暗室条件自然瞳孔状态下测量有晶状体眼后房型人工晶状体植入术患者术前及术后1mo的波前像差,读取瞳孔直径6mm区域Zernike多项式波前像差均方根(RMS)值。对全眼像差(Total)、全眼及眼内高阶像差(High)、全眼及眼内球面像差(T. Sph)、全眼及眼内彗差(T. Coma)、全眼及眼内三叶草(T. Trefoil)、全眼及眼内四叶草(T. 4Foil)等波前像差的改变进行统计分析。

**1.2.2 手术方法** 术眼于术前2wk行激光虹膜周边切除术。手术当天,给予复方托吡卡胺眼液(主要成分为5.0g/L托吡卡胺,5.0g/L盐酸去氧肾上腺素)充分散瞳。手术由同一专业医师完成,采用瑞士STAAR公司第四代ICL(STAAR Surgical AG CH-2560 Nidau, Switzerland, ICLV4)。盐酸丙美卡因眼液麻醉术眼后,于角膜11:00位制3mm透明角膜切口,前房内注入黏弹剂,使用推助器(STAAR Surgical)将ICL缓慢推入前房展开,用调位钩将ICL调至虹膜后,平衡盐溶液冲洗前房,前房内注入缩瞳剂(卡米可林),术中无并发症发生。术后给予左氧氟沙星滴眼液、普拉洛芬滴眼液、玻璃酸钠滴眼液4次/d点术眼至术后1mo。术后1wk;1,3,6,12mo复查。

统计学分析:使用SPSS 17.0统计软件进行统计分析。采用配对*t*检验,设定*P*<0.05有统计学差异。

## 2 结果

**2.1 全眼波前像差** ICL植入术后1mo全眼总体波前像差较术前明显下降,差异有统计学意义;全眼高阶波前像差、全眼总体球面像差、全眼总体彗差和全眼总体三叶草

均较术前有所升高,差异有统计学意义;而全眼总体四叶草较术前的差异无统计学意义。如表1所示。

**2.2 角膜波前像差** ICL植入术后1mo角膜总体三叶草较术前明显下降,角膜总体波前像差、角膜高阶波前像差、角膜总体球面像差、角膜总体彗差和角膜总体四叶草较术前轻度升高,但差异均无统计学意义。如表2所示。

**2.3 眼内波前像差** ICL植入术后1mo眼内总体波前像差较术前明显下降,差异有统计学意义;眼内总体彗差较术前明显升高,差异有统计学意义;而眼内高阶波前像差、眼内总体球面像差、眼内总体三叶草和眼内总体四叶草较术前轻度升高,差异无统计学意义。如表3所示。

## 3 讨论

波前像差是由实际的波阵面和理想的无偏差状态下的波阵面之间的偏差来定义的,是衡量光学系统成像质量的重要指标,可用Zernike函数进行量化的描述。常用的Zernike多项式为7阶35项的Zernike系数,其中1,2阶是低阶像差,3阶以上为高阶像差。本研究主要讨论高阶像差中的3阶像差(彗差、三叶草)和4阶像差(球差、四叶草)。

影响眼波前像差的因素有很多,如角膜厚度的改变、瞳孔直径的大小和泪膜状态等。(1)角膜厚度的生理性变化。如眼睑压力可能引起角膜前表面的少许变形,导致波前像差增加。(2)瞳孔直径的变化<sup>[13]</sup>。高阶像差和瞳孔直径呈正相关。高阶像差中球差和彗差的大小均与孔径角有关,当瞳孔从正常大小(4mm)增大至7mm时,各级高阶像差和总的高阶像差均增加,尤其是彗差和球差。这是因为瞳孔散大后以球差为主的周边屈光系统更多参与成像导致球差增大。彗差的增加主要是瞳孔的偏中心,而且这种偏中心随瞳孔增大而增加。(3)泪膜状态<sup>[14]</sup>。如泪膜不稳定、瞬目时泪液层的改变及干眼症等,均可导致眼高阶波前像差的增加。(4)眼的一些生理参数的波动。如眼内压、中央角膜厚度等具有日波动性,这些参数的波动可导致眼球波前像差的改变。所以一天之中的不同时间所测得的波前像差是不同的。(5)年龄的相关性。Brunette等<sup>[15]</sup>研究发现,在40岁之前高阶像差会逐渐下降到一个最低点,然后随着年龄的增长而增长。

在高度近视患者中,高阶像差随着近视度数的增加而增加,其中,彗差和球差均与屈光度有明显的相关性<sup>[16]</sup>。在低度和中度近视患者中,各高阶像差和屈光度无明显相关性。Roberto等<sup>[17]</sup>的研究结果显示,裸眼视力与低阶像差呈负相关关系,与高阶像差无明显相关关系。此外,张丰菊等<sup>[18]</sup>的研究结果显示,正视眼的高阶波前像差(彗差、球差)与视力的相关性无统计学意义(*P*>0.05),虽然垂直彗差与远近视力无明显相关性,但呈负相关趋势(*r*=-0.017,*P*=0.879和*r*=-0.150,*P*=0.185)。Amesbury等<sup>[19]</sup>研究发现,UCVA达到20/12.5甚至更好的海军眼的高阶像差并非呈下降趋势,而飞行员眼的高阶波前像差如彗差较普通人增高。因此,是否所有情况下都是高阶像差值越小越好,这一点尚有待深入讨论。本研究中高度近视眼患者ICL术后高阶波前像差虽然有不同程度增加,但患者术后的裸眼视力反而要明显优于术前最佳矫正视力。

表1 全眼波前像差值

测量指标	n(眼)	$\bar{x} \pm s$			
		术前均值	术后均值	t	P
全眼总体波前像差	50	10.692±5.562	3.438±1.708 <sup>b</sup>	9.724	0.00
全眼高阶波前像差	50	0.737±0.675	1.032±0.646 <sup>a</sup>	-2.397	0.02
全眼总体球面像差	50	0.209±0.273	0.357±0.376 <sup>b</sup>	-2.976	0.005
全眼总体彗差	50	0.317±0.263	0.523±0.570 <sup>a</sup>	-2.395	0.021
全眼总体三叶草	50	0.374±0.288	0.498±0.252 <sup>a</sup>	-2.469	0.017
全眼总体四叶草	50	0.246±0.417	0.278±0.187	-0.483	0.631

<sup>a</sup>P<0.05, <sup>b</sup>P<0.01 vs 术前均值。

表2 角膜波前像差

测量指标	n(眼)	$\bar{x} \pm s$			
		术前均值	术后均值	t	P
角膜总体波前像差	50	2.401±0.936	2.790±2.659	-1.035	0.306
角膜总体高阶波前像差	50	1.019±0.537	1.678±2.527	-1.902	0.063
角膜总体球面像差	50	0.269±0.148	0.353±0.587	-1.013	0.310
角膜总体彗差	50	0.429±0.326	0.524±0.403	-1.334	0.188
角膜总体三叶草	50	19.582±133.834	0.999±0.910	0.981	0.331
角膜总体四叶草	50	0.342±0.240	0.780±1.663	-1.823	0.074

表3 眼内波前像差

测量指标	$\bar{x} \pm s$			
	术前均值	术后均值	t	P
眼内总体波前像差	9.801±5.314	3.896±7.819 <sup>b</sup>	4.663	0.00
眼内总体高阶波前像差	0.906±0.798	1.493±2.105	-1.790	0.080
眼内总体球面像差	0.302±0.277	0.406±0.541	-1.308	0.197
眼内总体彗差	0.400±0.401	0.743±0.989 <sup>a</sup>	-2.198	0.033
眼内总体三叶草	0.393±0.353	0.559±0.874	-1.222	0.228
眼内总体四叶草	0.333±0.422	0.511±0.948	-1.173	0.246

<sup>a</sup>P<0.05, <sup>b</sup>P<0.01 vs 术前均值。

关于 ICL 术后波前像差的变化,有文章报道<sup>[20]</sup>显示, ICL 术后总体高阶像差、球差、彗差升高,但升高程度明显小于 WFG-LASIK,后者对角膜进行切削,破坏了角膜前表面的近球面形态,此外还存在的偏中心切削、中央岛、多点中心切削都是导致角膜屈光手术后像差增大的主要原因。而该文章报道为全眼总体高阶波前像差、全眼球差和全眼彗差的比较,本文则更深入的研究了全眼、角膜和眼内的波前像差的变化,并对眼高阶像差中的三叶草和四叶草进行了手术前后的比较。我们的研究结果提示 ICL 术后全眼总体波前像差和眼内总体波前像差较术前显著下降( $P<0.05$ );而全眼总体高阶波前像差、全眼总体球面像差、全眼总体彗差、全眼总体三叶草、眼内总体彗差较术前有不同程度的升高( $P<0.05$ );本研究同时还比较了全眼总体四叶草、角膜总体波前像差、角膜高阶波前像差、角膜总体球面像差、角膜总体彗差、角膜总体四叶草、眼内高阶波前像差、眼内总体球面像差、眼内总体三叶草和眼内总体四叶草,但上述高阶波前像差值术前术后的比较结果无统计学差异( $P>0.05$ )。

ICL 手术成功地避免了传统准分子激光手术对角膜

的切削,但 ICL 术后眼高阶波前像差还是有小幅度的增加,现原因分析如下:(1)ICL 手术的角膜切口引起术后角膜的非球面性改变。无论手术的切口多小,都会引起眼球的重塑。这是一个瘢痕化的过程,会改变眼球原有的几何形态,角膜表面曲度偏差增加,可导致高阶像差的增加。(2)人工晶状体拱度的变化,可能存在轻微的偏中心和倾斜,也是 ICL 术后高阶波前像差增加的原因。(3)人眼波前像差的生理性变化,导致非人为的测量误差。

本研究对高度近视眼植入 ICL 后波前像差的改变进行了统计分析。ICL 术后全眼总体波前像差和眼内总体波前像差较术前显著下降( $P<0.05$ );而全眼总体高阶波前像差、全眼总体球面像差、全眼总体彗差、全眼总体三叶草、眼内总体彗差较术前有不同程度的升高( $P<0.05$ )。本研究的样本量为 50 眼,而对于更深入的研究我们还需要加大样本量。本研究所测结果为术后 1mo 的波前像差值,而对于远期波前像差值的变化,我们还需进一步观察研究。

参考文献

1 Holden, Brien A. The myopia epidemic: is there a role for corneal

refractive therapy? *Eye Contact Lens* 2004;30:244-246

2 伊琼, 刘军, 赵向阳, 等. LASEK 治疗中高度近视的临床研究. *眼科新进展* 2004;24:215-216

3 王晶, 张雷, 王玲, 等. LASIK 矫正近视术后 5a 疗效观察. *眼科新进展* 2004;24:374-375

4 季鹏, 李镜海, 毕宏生, 等. 准分子激光原位角膜磨镶术后角膜后表面前凸和屈光力的变化. *眼视光学杂志* 2005;7:228-231

5 刘洪婷, 刘磊. 准分子激光屈光性角膜手术后干眼症的研究进展. *眼视光学杂志* 2004;6:62-65

6 毛伟, 陆斌, 周雨声. 噻吗洛尔眼液对准分子激光上皮下角膜磨镶术后屈光回退的疗效分析. *眼视光学杂志* 2009;11:27-29

7 闫利锋, 刘建亭, 江琳, 等. 有晶状体眼 Verisyse 人工晶状体植入术矫正超高度近视眼. *国际眼科杂志* 2012;12(7):1352-1355

8 杨阳, 何阳, Burkhard DH. 激光性角膜手术与眼内屈光手术矫治超高度近视眼. *国际眼科杂志* 2008;8(10):2071-2073

9 Sanders DR, Vukich JA, Doney K, et al. Implantable Contact Lens in Treatment of Myopia Study Group. U. S. Food and Drug Administration clinical trial of the implantable contact lens for moderate to high myopia. *Ophthalmology* 2003;110:255-266

10 Lackner B, Pieh S, Schmidinger G, et al. Outcome after treatment of ametropia with implantable contact lenses. *Ophthalmology* 2003;110:2153-2161

11 Sanders DR, Doney K, Poco M. ICL in Treatment of Myopia Study Group. United States Food and Drug Administration clinical trial of the implantable collamer lens (ICL) for moderate to high myopia; three-year

follow-up. *Ophthalmology* 2004;111:1683-1692

12 Pineda-Fernandez A, Jaramillo J, Vargas J, et al. Phakic posterior chamber intraocular lens for high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2277-2283

13 Charman WN, Chateau N. The prospects for super-acuity: limits to visual performance after correction of monochromatic aberration. *Ophthalm Physiol Opt* 2003;23:479-493

14 Tutt R, Bradley A, Begley C, et al. Optical and visual impact of tear break-up in human eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:4117-4123

15 Brunette I, Bueno JM, Parent M, et al. Monochromatic aberrations as a function of age, from childhood to advanced age. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5438-5446

16 Yi JL, Cai Y, Xu XM. A Study on the Profile and Factors of the Higher Order in Myopia. *Acta Academiae Medicinae Jiangxi* 2006;46:47-50

17 Roberto C, Marco A, Rosales, et al. Whole eye wavefront aberrations in Mexican male subjects. *J Refract Surg* 2004;20:685-688

18 张丰菊, 孔繁学, 于芳蕾, 等. 空海勤人员正视眼高阶像差和视觉质量. *国际眼科杂志* 2008;8(3):528-531

19 Amesbury EC, Schallhorn SC. Contrast sensitivity and limits of vision. *Int Ophthalmol Clin* 2003;43:31-42

20 Igarashi A, Kamiya K, Shimizu K, et al. Visual performance after implantable collamer lens implantation and wavefront-guided laser in situ keratomileusis for high myopia. *Am J Ophthalmol* 2009;148(1):164-170