

# 不同屈光手术治疗高度近视的比较

王开杰 张丰菊 朱思泉

**【摘要】 目的** 评价有晶状体眼虹膜固定型人工晶状体(PIOL)植入术和准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)对高度近视眼视觉质量的影响,探讨高度近视优化的手术方案。**方法** 前瞻性非随机对照研究。选取于北京同仁医院行 LASIK(LASIK 组)和 Verisyse PIOL(Verisyse 组)手术的高度近视患者各 30 例(30 眼),2 组术前等效球镜度分别为 $(-15.41 \pm 4.68)$ D 和 $(-16.94 \pm 5.42)$ D,应用主观波前像差仪(WFA-1000B)分别于术前、术后 6 个月行波前像差检查,并进行主观评价问卷调查,2 组数据之间进行  $t$  检验或  $\chi^2$  检验分析。**结果** 术后 6 个月 2 组间裸眼视力和最佳矫正视力均较术前明显提高,裸眼视力 $\geq$ 术前最佳矫正视力者 Verisyse 组占 70%(21/30),LASIK 组占 43%(13/30),两者之间差异具有统计学意义( $\chi^2=4.34, P<0.05$ )。2 组 3~7 阶各高阶像差及总高阶像差均较术前增加,以 LASIK 组更为显著,Verisyse 术后 3 阶像差为主导像差,其中水平彗差增加明显,与术前比较差异有统计学意义( $t=2.12, P<0.05$ );LASIK 术后 3 阶和 4 阶像差为主导像差,其中球差和彗差增加明显,差异有统计学意义( $t=-6.55, -7.37, P<0.05$ );2 组之间比较,LASIK 组各高阶像差明显高于 Verisyse 组,差异具有统计学意义。患者术后满意度 LASIK 组为 60%,Verisyse 组为 83%,差异具有统计学意义( $\chi^2=4.02, P<0.05$ )。**结论** 虽然 PIOL 与 LASIK 矫正高度近视短期随访具有相似的安全性和有效性,但是从视觉质量角度来看,PIOL 术后具有更好的裸眼视力,引起的高阶像差明显低于 LASIK,且不存在屈光回退,满意度较高,可作为高度近视优先考虑的手术方案。

**【关键词】** 近视,退行性; 高阶像差; 角膜磨镶术,激光原位; 有晶状体眼人工晶状体植入术; 虹膜固定

**Comparison of different refractive surgeries for correcting high myopia** Wang Kaijie, Zhang Fengju, Zhu Siqian. Beijing Tongren Eye Center, Beijing Key Lab of Ophthalmology and Visual Sciences, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China  
Corresponding author: Zhu Siqian, Email: siquanzhu@sina.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the quality of vision after implantation of a Verisyse phakic intraocular lens (PIOL) and laser in situ keratomileusis (LASIK) for correcting high myopia, and to evaluate a rational surgical approach for high myopia. **Methods** This was a prospective non-randomized control trial. Thirty eyes (30 patients) underwent LASIK and 30 eyes (30 patients) were implanted with Verisyse IOLs. Preoperative spherical equivalents were  $-15.41 \pm 4.68$  D and  $-16.94 \pm 5.42$  D, respectively. Wavefront aberrations were measured using a subjective aberrometer (WFA1000B) preoperatively and 6 months postoperatively. Higher-order aberrations (HOAs) were recorded and compared. Patient satisfaction (photopic phenomena, overall satisfaction) was assessed by a subjective questionnaire. The data from the two groups was statistically analyzed by a  $t$  or  $\chi^2$  test. **Results** Six months after surgery, uncorrected visual acuity (UCVA) and best corrected visual acuity (BCVA) had improved. Postoperative UCVA was equal to or better than preoperative BCVA in 70%(21/30) in the Verisyse group and 43.3%(13/30) in the LASIK group. The difference between the groups was statistically significant ( $\chi^2=4.34, P<0.05$ ). 3rd to 7th order and total HOAs increased in both groups after surgery, especially in the LASIK group. In the Verisyse group, 3rd order aberrations were the predominant postoperative HOA and horizontal coma increased significantly ( $t=2.12, P<0.05$ ); in the LASIK group, 3rd and 4th order aberrations were the predominant postoperative HOA, and coma and spherical aberrations increased significantly ( $t=-6.55, -7.37, P<0.05$ ). Each order and total HOAs in

DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.06.010

基金项目:国家自然科学基金(81200673,51273113)

作者单位:100730 首都医科大学附属北京同仁医院 北京同仁眼科中心 北京市眼科学与视觉科学重点实验室

通信作者:朱思泉,Email:siquanzhu@sina.com

the LASIK group were higher than that in the Verisyse group, and the difference was statistically significant. Patient satisfaction was 60% in the LASIK group and 83.3% in the Verisyse group ( $\chi^2=4.02$ ,  $P<0.05$ ). **Conclusion** PIOL and LASIK surgery were found to be comparatively safe and effective for high myopia. But when quality of vision is taken into account, UCVA was better with PIOL implantation and it resulted in a smaller increase in HOAs and higher patient satisfaction compared to LASIK. Therefore, PIOL implants may be considered as the first choice for high myopia.

**【Key words】** Myopia, degenerative; Higher-order aberration; Keratomileusis, laser in situ; Phakic intraocular lenses; Iris-fixated

高度近视一直是眼科治疗的难点之一,目前临床上常用的有准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)和有晶状体眼人工晶状体(phakic intraocular lens, PIOL)植入术,以往报道均认为两者安全有效。然而随着生活质量的提高,人们对术后视觉质量提出了更高的要求,在获得良好的裸眼视力的同时仍抱怨视物模糊、眩光、夜视力差等不适,目前研究认为术后高阶像差增加是上述不适的主要原因。因此,屈光手术后视觉质量已成为当前屈光手术评价的一个重要指标,本研究着重从波前像差角度分析 LASIK 和 PIOL 术后视觉质量的变化,以期在临床上为高度近视选择合适的屈光手术方案提供理论依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取 2009 年 6 月至 2010 年 12 月在我院行有晶状体眼虹膜固定型 Verisyse PIOL 植入术矫正高度近视患者 30 例(30 眼, Verisyse 组),其中男 11 例,女 19 例;年龄 20~40 岁,平均(28.8±5.50)岁;术前等效球镜度 -10.00~-25.50 D,平均(-16.94±5.42)D;随访 6 个月以上。选取同期行 LASIK 的 30 例(30 眼, LASIK 组)高度近视患者进行分析,其中男 13 例,女 17 例;年龄 18~38 岁,平均(27.7±5.7)岁;术前屈光度 -10.25~-21.00 D,平均(-15.41±4.68)D,随访 6 个月以上。并选择右眼进行观察分析。2 组之间术前屈光度、年龄及性别构成及最佳矫正视力有可比性。本研究通过本院医学伦理委员会论证,患者均于术前签署了知情同意书。

### 1.2 检查方法

经散瞳检影验光和正常瞳孔插片复验,取自然调节状态下可获得最佳矫正视力的最低近视屈光度为手术预矫屈光度;术前和术后所有患者行裸眼视力、最佳矫正视力、屈光度、眼压、角膜地形图、裂隙灯及眼底检查。

波前像差检查应用 WFA1000B 主观波前像差仪(苏州六六视觉科技股份有限公司)。按照检查者

和被检查者双盲的原则进行,测量前向被检者讲解测试过程,让被检者熟悉鼠标的使用并进行试验前练习。测量时,首先,通过调整系统内焦距以矫正患者的球镜度,直到患者清晰看到系统内的靶目标;其次,测量中检查者需始终监视患者的瞳孔,不断地调整系统调节杆以维持瞳孔中心与光学中心保持一致;然后,被检者通过鼠标点击靶目标,我们选用“大瞳孔”程序(瞳孔直径为 5.8 mm),每一轮操作每名患者必须完成 37 次点击。每只眼重复检查至少 3 次,重复性好取其平均值,若重复性不好则重新检查。本检查是在暗室内自然瞳孔状态下进行,像差仪的检测由同一医生执行。

### 1.3 手术方法

**1.3.1 Verisyse PIOL 植入术** Verisyse PIOL 光学部为凹凸形设计,材料为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),光学区直径有 5 mm 和 6 mm 2 种,屈光度采用专用计算软件 VeriCalc 1.1 直接得到(输入屈光度、前房深度及角膜曲率)。术前 30 min 常规缩瞳,表面麻醉下经上方角膜缘切口植入 PIOL,旋转至水平位,用植入镊夹住人工晶状体,同时用虹膜固定针通过辅助切口分别将鼻侧和颞侧 1.5~2.0 mm 中周部虹膜钳夹于襻的“爪”缝中,清除黏弹剂后切口自闭。手术由同一位医生顺利完成。

**1.3.2 LASIK 手术** 采用美国 Visx star S4 型准分子激光扫描切削仪,法国 Moria M2 微型板层角膜切割系统,表面麻醉后按 LASIK 常规手术方法进行,采用多光区切削法,术中切削区直径 4.8~6.5 mm,术毕戴硬壳眼罩保护。手术由同一医生顺利完成。

### 1.4 术后随访

分别于术后 1 d、1 周、1 个月、3 个月及 6 个月进行随访,术前与术后 6 个月行波前像差检查。术后 6 个月进行问卷调查,内容包括对手术的满意程度,主观症状如眩光、光晕等,是否想将此手术推荐给自已的亲戚或朋友及生活质量的改善情况。

### 1.5 统计学方法

非随机对照研究。应用 SPSS 11.5 软件进行统计学分析,对 2 组屈光度、波前像差比较采用独立样

本 *t* 检验,术前和术后的比较采用配对 *t* 检验,视力分布、问卷结果采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  作为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 视力和屈光度

全部患者手术顺利,无影响视力的并发症发生,其中 Verisyse 组有 16 眼植入 5 mm 直径 PIOL,14 眼植入 6 mm 直径 PIOL。术前 2 组最佳矫正视力差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 1.15, P > 0.05$ ) (见表 1)。Verisyse 组术前散光为  $(1.42 \pm 0.70)D$ ,LASIK 组为  $(1.62 \pm 0.80)D$ ,两者差异无统计学意义 ( $t = -1.34, P > 0.05$ )。术后 6 个月 Verisyse 组全部患者裸眼视力均  $\geq 0.5$ ,最佳矫正视力  $\geq 0.8$  者占 87%;LASIK 组裸眼视力  $\geq 0.5$  占 90%,最佳矫正视力  $\geq 0.8$  者占 73%,2 组比较差异均无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.28, 1.67, P > 0.05$ )。裸眼视力  $\geq$  术前最佳矫正视力者 Verisyse 组占 70%,LASIK 组占 43%,2 组差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 4.34, P < 0.05$ ),Verisyse 组术后最佳矫正视力均好于或等于术前最佳矫正视力,LASIK 组有 3 眼最佳矫正视力较术前下降 (见表 1)。术后 6 个月时 Verisyse 组术后等效球镜度为  $(-0.72 \pm 0.38)D$ ,LASIK 组为  $(-0.98 \pm 0.75)D$ ,两者之间差异无统计学意义 ( $t = -1.88, P > 0.05$ ),术后屈光度在  $\pm 0.5 D$  之内

者 Verisyse 组占 67%,LASIK 组占 47%,2 组差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 3.29, P > 0.05$ ),术后屈光度在  $\pm 1.0 D$  之内者 Verisyse 组占 93%,LASIK 组占 70%,2 组差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 5.45, P < 0.05$ );散光度 Verisyse 组为  $(0.83 \pm 0.51)D$ ,大于 LASIK 组  $[(0.60 \pm 0.55)D]$ ,2 组差异有统计学意义 ( $t = -2.51, P < 0.05$ )。

### 2.2 波前像差

Verisyse 植入术后 3~7 各阶像差及总高阶像差均较术前增加,差异具有统计学意义 ( $t = -2.56, -3.82, -4.30, -3.38, -2.80, -3.98, P$  均  $< 0.05$ ),其中总高阶像差增加为术前的 1.62 倍。术后主导高阶像差以 3 阶为主,水平彗差较术前增加,差异具有统计学意义 ( $t = -2.12, P < 0.05$ ),而球差和垂直彗差增加,差异无统计学意义 ( $t = -1.24, -1.76, P > 0.05$ )。见表 2。

LASIK 术后 3~7 各阶像差及总高阶像差较术前明显增加,差异具有统计学意义 ( $t = -6.55, -7.37, -6.88, -7.07, -5.45, -7.72, P$  均  $< 0.05$ ),其中总高阶像差增加为术前的 3.78 倍。术后主导高阶像差以 3 阶和 4 阶为主,球差、垂直彗差和水平彗差均较术前明显增加,差异有统计学意义 ( $t = -6.62, -6.07, -5.39, P$  均  $< 0.05$ ),其中以球差最为显著,且均为正球差,见表 2。

2 组术前各高阶像差分别进行独立样本 *t* 检验,差异均无统计学意义。术后 6 个月 LASIK 组 3~7 阶

表 1 Verisyse 组和 LASIK 组术前与术后视力分布情况(眼数)

| 时间         | 裸眼视力 |      |      |      | 最佳矫正视力 |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|--------|------|------|------|
|            | <0.3 | 0.3~ | 0.5~ | 0.8~ | <0.3   | 0.3~ | 0.5~ | 0.8~ |
| Verisyse 组 |      |      |      |      |        |      |      |      |
| 术前         | 30   | 0    | 0    | 0    | 0      | 1    | 12   | 17   |
| 术后 6 个月    | 0    | 0    | 11   | 19   | 0      | 0    | 4    | 26   |
| LASIK 组    |      |      |      |      |        |      |      |      |
| 术前         | 30   | 0    | 0    | 0    | 0      | 3    | 6    | 21   |
| 术后 6 个月    | 0    | 3    | 10   | 17   | 0      | 1    | 7    | 22   |

表 2 Verisyse 及 LASIK 手术前后高阶像差值比较( $\mu m, \bar{x} \pm s$ , 2 组均为 30 眼)

| 时间         | 3 阶像差     | 4 阶像差     | 5 阶像差     | 6 阶像差     | 7 阶像差     | 球差        | 垂直彗差      | 水平彗差      | 总高阶像差     |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Verisyse 组 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 术前         | 0.28±0.15 | 0.18±0.10 | 0.23±0.10 | 0.17±0.10 | 0.21±0.10 | 0.06±0.05 | 0.10±0.09 | 0.12±0.14 | 0.50±0.22 |
| 术后 6 个月    | 0.44±0.36 | 0.31±0.15 | 0.38±0.17 | 0.26±0.12 | 0.29±0.14 | 0.07±0.06 | 0.13±0.10 | 0.22±0.20 | 0.81±0.40 |
| <i>t</i> 值 | -2.56     | -3.82     | -4.30     | -3.38     | -2.80     | -1.24     | -1.76     | -2.12     | -3.98     |
| <i>P</i> 值 | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | >0.05     | >0.05     | <0.05     | <0.05     |
| LASIK 组    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 术前         | 0.27±0.14 | 0.19±0.11 | 0.22±0.10 | 0.16±0.09 | 0.20±0.13 | 0.09±0.08 | 0.11±0.10 | 0.12±0.13 | 0.49±0.24 |
| 术后 6 个月    | 1.13±0.71 | 1.05±0.63 | 0.71±0.39 | 0.42±0.21 | 0.42±0.20 | 0.85±0.60 | 0.66±0.49 | 0.70±0.56 | 1.85±0.96 |
| <i>t</i> 值 | -6.55     | -7.37     | -6.88     | -7.07     | -5.45     | -6.62     | -6.07     | -5.39     | -7.72     |
| <i>P</i> 值 | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     | <0.05     |

注:瞳孔直径为 5.8 mm

像差、球差、垂直彗差、水平彗差和总高阶像差均高于 Verisyse 组,差异具有统计学意义( $t=-4.71$ 、 $-6.30$ 、 $-4.30$ 、 $-3.60$ 、 $-2.91$ 、 $-5.46$ 、 $-7.0$ 、 $-6.13$ 、 $-3.92$ , $P$  均 $<0.05$ )。见表 2 和图 1。

### 2.3 问卷调查

术后 6 个月时,LASIK 组 60%患者对手术效果满意,Verisyse 组有 83%的患者对手术效果满意( $\chi^2=4.02$ , $P<0.05$ )。LASIK 组有 60%的患者诉光晕、眩光,Verisyse 组有 33%患者诉光晕、眩光,2 组差异有统计学意义( $\chi^2=4.29$ , $P<0.05$ )。想把此手术推荐给自己的亲戚或朋友者 LASIK 组有 63%患者,Verisyse 组有 90%患者,2 组差异有统计学意义( $\chi^2=5.96$ , $P<0.05$ )。

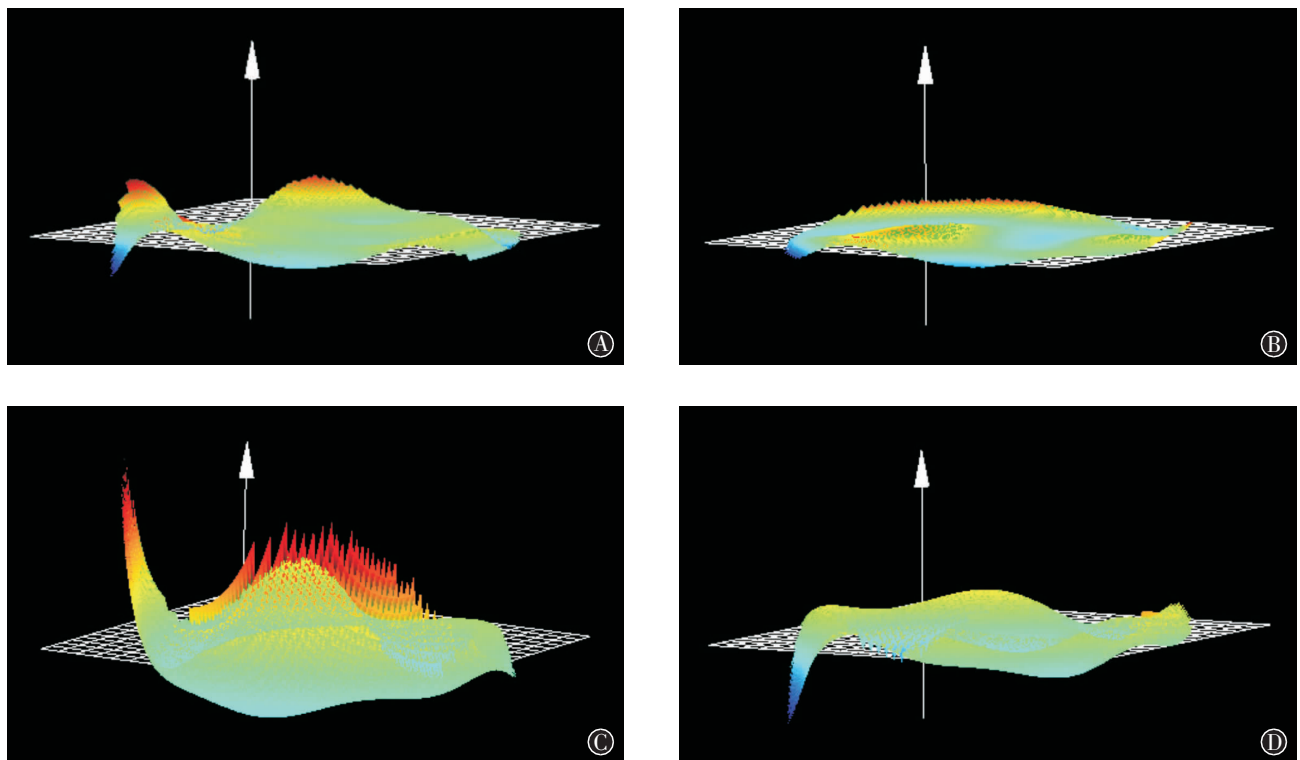
### 3 讨论

近年来随着高度近视屈光手术的推广和普及,其安全性和有效性已得到大家的认可,屈光手术后的视觉质量问题越来越受到重视,手术的目的不仅在于达到正视化,而且要求在各种情况下都具有良好的视觉质量。因此,对于屈光手术后的疗效评价也随之发生改变,波前像差技术在当前临床实践中发挥着越来越重要的作用,可以全面反映整个眼屈光系统的光学质量,能够使眼科医师更加深入地了解屈光手术后的光学缺陷,解释视觉质量不佳的原因,为提高视觉质量、

改善视网膜成像提供重要的指导作用。

本研究采用基于心理物理学理论的主观波前像差仪,测定自然调节状态下的像差,并且测量的屈光范围较客观像差仪广<sup>[1]</sup>。LASIK 术后泪膜的稳定性下降,一般术后 6 个月恢复至术前水平<sup>[2]</sup>,Verisyse 术后 3~6 个月角膜散光趋于稳定,因此本研究仅对术前及术后 6 个月进行波前像差检查。结果显示:Verisyse 术后高阶像差增加以 3 阶为主,其中以水平彗差增加最为显著,而垂直彗差未见明显增加,PIOL 的偏中心、光学区边缘的散射或切口的愈合反应也可能是彗差增加的原因。球差虽然较术前轻度增加,但差异无统计学意义,这与国外研究结果基本一致<sup>[3-4]</sup>。从理论上讲,Verisyse 的正球面性会增加眼的球差,由于 PIOL 周边部的屈光力较中央部强,当瞳孔散大时,通过 PIOL 周边的光线成的焦点较近,从而形成球差。而在我们的研究中,采用主观像差仪,不散瞳,周边光线部分被虹膜遮挡,使得球差增加不大。但到目前为止,Verisyse 术后高阶像差改变的确切原因及其与 PIOL 设计的关系尚不明确,有待进一步探讨。

本研究发现 LASIK 术后高阶像差增加显著,主要以球差和彗差增加为主,其中球差增加更为明显,这也被以往的研究证实<sup>[5]</sup>。高阶像差的增加主要有以下几方面原因:①激光偏中心切削,与彗差增加



A, LASIK 术前; B, Verisyse 术前; C, LASIK 术后; D, Verisyse 术后。Verisyse 术前等效球镜度为-11.5 D, LASIK 术前等效球镜度为-15.0 D

图 1 Verisyse 与 LASIK 术前及术后 6 个月高阶像差 3D 图对比

有关;②术前的屈光度与球差高度相关<sup>[6]</sup>,屈光度越高,需要切削的角膜厚度越厚,造成角膜顶点球面性质的改变也越大,因此球差就越大;③术后角膜的形态及表面不规则性;④角膜切口或角膜瓣层间及角膜上皮愈合过程可能发生的角膜形态学改变。另外,光学区大小、瞳孔大小、切削深度等均可影响像差的改变,以往已有相关方面的研究<sup>[7]</sup>,本研究没有具体分析 LASIK 术后不同时间、不同条件下的像差改变,具有一定的局限性,但是在总体上能够揭示 LASIK 对术后高阶像差的影响,球差的增加明显影响术后的视觉质量。因而可施行 Q 值引导或非球面切削模式,尽量减少球差的增加。

从短期随访结果来看,Verisyse 与 LASIK 对于高度近视均能达到预期的矫正效果,无严重并发症发生。虽然 Verisyse 裸眼视力和最佳矫正视力优于 LASIK,但可能因为样本量小,差异无统计学意义。然而,Verisyse 术后裸眼视力等于或好于术前最佳矫正视力的比例明显高于 LASIK 组,并且术后最佳矫正视力也得到明显改善,这可能与 Verisyse 植入保留了角膜的完整性,高阶像差明显低于 LASIK 有关,另外,视网膜成像放大率的增加可能为其另一原因。在手术预测性方面,Verisyse 和 LASIK 短期预测性相当,LASIK 在散光矫正方面具有一定的优势,而 Verisyse 本身不能矫正散光,因此术后 2 组散光差异具有统计学意义。然而,以往研究已证实 LASIK 术后存在一定的屈光回退,且屈光度越高,屈光回退的发生率越高,稳定性下降<sup>[8]</sup>,因此远期效果有待进一步观察。

随着术前屈光度的增大,LASIK 术后像差相应地增加<sup>[6]</sup>,本研究 Verisyse 组屈光度高于 LASIK 组,而高阶像差和球差的增加却明显低于后者,在一定程度上体现出 PIOL 的优越性,具有更好的术后视觉质量。国外一项研究比较虹膜固定型 Artisan 和 LASIK 对相同近视屈光度(-9.0~-19.5 D)的矫正效果<sup>[9]</sup>,对于一眼接受 Artisan 对侧眼接受 LASIK 的患者来说,72.2%认为 Artisan 优于后者,主要在于其具有更好的视觉质量,提示对于高度近视尽量不施行 LASIK。这在我们的研究中也得到了很好的验证,Verisyse 术后的满意度明显高于 LASIK 组,因此对于高度近视,虽然 Verisyse 植入具有内眼手术相关的风险,但相对于 LASIK 总的来看具有以下优势:①保留角膜的完整性,而已有研究证实角膜的形态及表面的规则性对人眼的光学质量具有明显的影响<sup>[10]</sup>,因此引起的像差较小,保证了屈光组织良好的光学特点,使术后视觉质量得以保证;②术后屈光稳定性

好,不存在屈光回退;③可逆性,一旦发生并发症可取出 PIOL;④保留角膜的正常形态,避免了 LASIK 术后眼压测量及白内障手术 IOL 屈光度计算的误差,对后续临床处理的准确性影响较小。

然而,本研究中存在一些不足,由于 Verisyse 手术费用较为昂贵,手术精度要求较高,在临床中尚未普及,因此本研究样本量相对较少,故未对光学区 5 mm 和 6 mm 的 PIOL 分别进行统计分析;随访时间尚短,远期效果有待进一步观察;另外,仅采用视功能及像差评价术后的视觉质量,使得结果具有一定的局限性,若联合对比敏感度的研究,结果更为全面。因此,在以后的研究中将继续进行相关方面的探讨,为高度近视合理化手术方案提供理论依据。

综上所述,PIOL 与 LASIK 对于矫正高度近视具有相似的安全性和有效性,但是从视觉质量角度来看,PIOL 具有明显的优势,与 LASIK 相比引起的高阶像差更少,这可能是其具有良好视觉质量的主要原因,且患者满意度较高,因此我们建议对于高度近视,在综合分析患者的眼部条件基础上,包括角膜相关参数及前房深度,应首先考虑 PIOL 植入术。

#### 参考文献:

- [1] He JC, Marcos S, Webb RH, et al. Measurement of the wave-front aberration of the eye by a fast psychophysical procedure[J]. J Opt Soc Am, 1998, 15: 2449-2456.
- [2] Murakami Y, Manche EE. Prospective, randomized comparison of self-reported postoperative dry eye and visual fluctuation in LASIK and photorefractive keratectomy[J]. Ophthalmology, 2012, 119: 2220-2224.
- [3] Chandhrasri S, Knorz MC. Comparison of higher order aberration and contrast sensitivity after LASIK, Verisyse phakic IOL, and Array multifocal IOL[J]. J Refract Surg, 2006, 22: 231-236.
- [4] Tahzib NG, MacRae SM, Yoon G, et al. Higher-order aberrations after implantation of iris-fixated rigid or foldable phakic intraocular lenses[J]. J Cataract Refract Surg, 2008, 34: 1913-1920.
- [5] Ivarsen A, Hjortdal J. Seven-year changes in corneal power and aberrations after PRK or LASIK[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53: 6011-6016.
- [6] Schwiegerling J, Snyder RW. Corneal ablation patterns to correct for spherical aberration in photorefractive keratectomy[J]. J Cataract Refract Surg, 2000, 26: 214-221.
- [7] 程振英,褚仁远,周行涛. 准分子激光原位角膜磨镶术治疗近视后眼高阶像差变化的研究[J]. 中华眼科杂志, 2006, 42: 772-776.
- [8] 汪明红,刘磊,李新宇. 准分子激光原位角膜磨镶术后屈光回退危险因素的 Logistic 回归分析[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2010, 12: 11-14.
- [9] el Danasoury MA, el Maghraby A, Gamali TO. Comparison of iris-fixed Artisan lens implantation with excimer laser in situ keratomileusis in correcting myopia between -9.00 and -19.50 Diopters[J]. Ophthalmology, 2002, 109: 955-964.
- [10] Lorente-Velázquez A, Nieto-Bona A, Collar CV, et al. Straylight and contrast sensitivity after corneal refractive therapy[J]. Optom Vis Sci, 2011, 88: 1245-1251.

(收稿日期:2013-11-07)

(本文编辑:吴彬)