

三种不同角膜屈光手术后高阶像差的变化特征

赵静静,王锐,付梦军,陈元兵

作者单位:(261041)中国山东省潍坊市,潍坊眼科医院屈光手术中心

作者简介:赵静静,硕士,主治医师,研究方向:眼视光学及遗传性眼病。

通讯作者:王锐,本科,主治医师,研究方向:眼视光学及角膜屈光手术。15866565239@163.com

收稿日期:2015-10-06 修回日期:2016-01-18

Comparison of higher - order aberrations after three different corneal refractive surgeries

Jing-Jing Zhao, Rui Wang, Meng-Jun Fu, Yuan-Bing Chen

Refractive Surgery Center, Weifang Eye Hospital, Weifang 261041, Shandong Province, China

Correspondence to: Rui Wang. Refractive Surgery Center, Weifang Eye Hospital, Weifang 261041, Shandong Province, China. 15866565239@163.com

Received:2015-10-06 Accepted:2016-01-18

Abstract

• **AIM:** To assess the changes on higher - order aberrations(HOA) after three different corneal refractive surgeries, including laser - assisted *in situ* keratomileusis (LASIK), femtosecond LASIK (FS - LASIK) and femtosecond lenticule extraction (FLEx).

• **METHODS:** One hundred and twenty-five patients (245 eyes) from June 2014 to March 2015 in refractive surgery center of our hospital were recruited. There were 38 patients (74 eyes) underwent LASIK, 42 patients (83 eyes) underwent FS - LASIK, and 45 patients (88 eyes) underwent FLEx. The higher - order aberrations were measured preoperatively, at 1mo after surgeries with iTrace. The repeated measure of ANOVA was used to analyze the changes on higher-order aberrations among the groups.

• **RESULTS:** Compared to the preoperative corneal higher-order aberrations, vertical coma aberration, horizontal coma aberration and spherical aberration, there were significant differences in the three groups postoperatively ($P=0.002, <0.01, <0.01, <0.01$), which meant the three different surgeries effected the higher-order aberrations. Among these three different groups, we found that there were no significant difference on total HOA, horizontal coma aberration and spherical aberrations ($P>0.05$). But it showed difference on vertical coma aberration ($F=3.943, P=0.021$). By multiple comparisons, there were statistical significance on vertical coma aberration between FLEx group and the other two.

• **CONCLUSION:** The postoperative corneal higher-order aberrations all increased in three groups. Due to the large incision in FLEx, the corneal aberration is still increased after surgeries. And the FLEx does not show a certain advantage yet.

• **KEYWORDS:** refractive surgery; femtosecond laser; keratomileusis; laser *in situ*; high order aberration

Citation: Zhao JJ, Wang R, Fu MJ, *et al.* Comparison of higher-order aberrations after three different corneal refractive surgeries. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(2):274-276

摘要

目的: 对行准分子激光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)、飞秒激光制瓣的LASIK(femtosecond laser LASIK, FS-LASIK)及全飞秒激光基质内透镜取出术(refractive lenticule extraction, ReLEx)包括femtosecond lenticule extraction(FLEx)手术患者术后高阶像差进行测量,并研究其特征性变化。

方法: 收集2014-06/2015-03就诊于我院屈光手术中心的近视及近视散光患者共125例245眼,其中行LASIK术38例74眼,飞秒激光制瓣的LASIK术42例83眼,全飞秒激光FLEx术45例88眼,分别于术前及术后1mo应用iTrace检查仪进行角膜高阶像差的测量。采用重复测量设计资料的方差分析对数据进行组内及组间的比较。

结果: 三组受试对象手术前后角膜总高阶像差、垂直彗差、水平彗差及球差均有显著性差异(P 分别为0.002、 <0.01 、 <0.01 、 <0.01)即三种手术方式对角膜高阶像差均有显著性影响。不同手术方式间总高阶像差、水平彗差、球差均无统计学差异,仅垂直彗差的差异表现出显著性($F=3.943, P=0.021$),对垂直彗差进一步进行组间两两比较,结果发现FLEx组与其余两组的垂直彗差均存在统计学差异。

结论: 三种手术方式术后1mo高阶像差均较术前明显增加,由于全飞秒激光FLEx术进行透镜取出时的切口仍较大,对角膜高阶像差仍造成一定的影响,未表现出明显的优势。

关键词: 屈光手术;飞秒激光;角膜磨镶术;激光原位;高阶像差

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.2.19

引用: 赵静静,王锐,付梦军,等.三种不同角膜屈光手术后高阶像差的变化特征.国际眼科杂志2016;16(2):274-276

0 引言

随着飞秒激光在屈光手术中的广泛应用,有越来越多的屈光不正患者认可并接受角膜屈光手术。从准分子激

表1 三组样本人口统计学特征比较

分组	例数	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	男/女(例)	等效球镜度($\bar{x}\pm s$,D)
LASIK 组	38	19.45±2.84	28/10	-4.19±1.77
FS-LASIK 组	42	19.84±2.85	26/16	-5.63±1.95
FLEx 组	45	18.92±0.89	30/15	-5.28±1.88
F/χ^2		1.40	1.265	3.802
P		0.252	0.531	0.023

表2 三组受试对象手术前后的高阶像差

分组	术前				术后				$\bar{x}\pm s$
	总 HOA	垂直彗差	水平彗差	球差	总 HOA	垂直彗差	水平彗差	球差	
LASIK 组	0.330±0.159	0.085±0.093	0.067±0.055	0.182±0.101	0.498±0.400	0.207±0.184	0.170±0.141	0.342±0.303	
FS-LASIK 组	0.477±0.362	0.124±0.126	0.069±0.071	0.165±0.106	0.618±0.442	0.324±0.340	0.252±0.260	0.345±0.343	
FLEx 组	0.499±0.352	0.116±0.111	0.060±0.047	0.180±0.103	0.431±0.214	0.235±0.184	0.177±0.149	0.303±0.223	

光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)到飞秒激光制瓣的 LASIK (femtosecond laser LASIK, FS-LASIK) 手术,再到现在的全飞秒激光基质内透镜取出术(refractive lenticule extraction, ReLEx) 包括 femtosecond lenticule extraction(FLEx)、small incision lenticule extraction (SMILE), 术后并发症逐渐减少,人们对视觉质量的要求也越来越高。目前国内外对角膜屈光手术后患者视觉质量的研究也比较普遍,大多是通过测量角膜前后表面的高阶像差来评价视觉质量的变化。iTrace 检查仪可获得全角膜地形图和波前像差双重功能,从而获取眼、角膜及晶状体源性的各阶波前像差。本研究利用 iTrace 检查仪对三种手术方式用于矫正屈光不正患者术后高阶像差的特征性变化进行分析,从而评价不同手术方式对视觉质量的影响。

1 对象和方法

1.1 对象 收集 2014-06/11 就诊于我院屈光手术中心的近视及近视散光患者共 125 例 245 眼,年龄 18~31(平均 19.4±2.3)岁,平均术前等效球镜度数为 -5.00±-1.89(-1.25~-10.88)D,其中行 LASIK 术 38 例 74 眼,飞秒激光制瓣的 LASIK 术 42 例 83 眼,全飞秒激光 FLEx 术 45 例 88 眼。入选标准:年龄 18~45 岁,角膜透明,无眼部疾病、严重全身疾病及眼部外伤史;最佳矫正视力 BCVA≥0.8,2a 内屈光度稳定(增长≤0.50D);角膜接触镜配戴者停戴 2wk 以上。所有患者均为自愿接受手术并签署知情同意书。三组间性别、年龄无统计学差异,见表 1。

1.2 方法 主要设备及仪器:DK-500 型综合验光仪、CT-80 型非接触眼压计、SL-2G 型裂隙灯显微镜、Orbiscan II 眼前节分析系统、Tracey HOYA iTrace 检测仪;VISX S4 准分子激光系统、Carl Zeiss VisuMax 全飞秒激光系统。常规眼部检查:所有患者均进行常规眼科检查,包括裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)及最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)测量、医学验光、眼压测量、裂隙灯显微镜检查、眼底检查、角膜地形图检查等。iTrace 检查:分别于术前及术后 1mo 应用 iTrace 进行角膜高阶像差的测量。检查时需在暗室环境中进行,被检者取坐位,在瞳孔自然放大的状态下进行测量,采集中央瞳孔区 6.0mm 直径下的数据,每眼测量多次,直到收集到 3 次满足 Placido 环成像清晰的结果,取平均值进行分析。以上

检查由同一医师完成。所有患者均由同一经验丰富的手术者完成手术。

LASIK 手术:采用美国威视 VISX S4 型准分子激光系统完成,使用 Moria 90 刀头制作一个厚度约 110~130 μ m 的角膜瓣,掀起角膜瓣,准分子激光按预设数据进行激光切削,嘱患者正视固视灯,保持眼球固定直到激光切削完成。扫描完成后,使用 BSS 液冲洗基质床及瓣面,并进行角膜瓣复位,术毕。**FS-LASIK 手术:**使用 VisuMax 全飞秒激光制作角膜瓣,设定角膜瓣厚度为 110 μ m,蒂位于上方,角膜瓣制作完毕后的步骤同 LASIK 手术。**FLEx 手术:**共分为四个步骤:(1)激光扫描透镜后表面,呈向心性切削分离角膜层间组织;(2)透镜周边切削;(3)激光扫描透镜前表面,呈离心性切削分离角膜层间组织;(4)右侧 270°范围弧形角膜切口。飞秒激光扫描完成后分离透镜并取出,冲洗角膜基质床,术毕。

统计学分析:采用 SPSS 16.0 统计学软件对所有数据进行统计学分析。所有数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用重复测量设计资料的方差分析分别对三组手术前后总高阶像差、球差及彗差的组内及组间比较,并对结果具有统计学差异的结果进一步进行两两比较。 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

高阶像差的比较:采用重复测量设计资料的方差分析对数据进行分析,通过 Mauchly's Test of Sphericity 检验提示球型对称,结果不需要校正。所有受试对象术前术后高阶像差的数据见表 2。组内比较:显示三组受试对象手术前后角膜总 HOA、垂直彗差、水平彗差及球差均有统计学差异(F 值分别为 9.447、55.371、93.408、68.001; P 值分别为 0.002、<0.01、<0.01、<0.01),即三种手术方式对角膜高阶像差均有显著性影响。组间比较:不同手术方式间总高阶相差(HOA)、水平彗差、球差均无统计学差异,仅垂直彗差的差异表现出显著性($F=3.943, P=0.021$),对垂直彗差进一步进行组间两两比较(LSD 法),结果提示 LASIK 组与 FLEx 组、FS-LASIK 组与 FLEx 组之间垂直彗差具有统计学差异(P 值分别为 0.007、0.012)。

3 讨论

本研究使用 iTrace 检查仪测量于我院行角膜屈光手术患者的角膜高阶像差,对术前及术后 1mo 的结果进行

分析,比较发现 LASIK 组、FS-LASIK 组及 FLE_x 组的各组高阶像差均较术前有显著性变化,组间比较发现仅垂直彗差的差异表现出显著性,且主要表现在 FLE_x 组与其余两组的差异上。

我们认为角膜屈光手术后高阶像差产生的原因有许多,主要考虑其与手术源性因素最相关,如传统手术中角膜瓣的制作、激光的偏中心切削等。Pallikaris 等^[1]认为,制作角膜瓣本身会导致高阶相差的增加,其中彗差增高的方向与角膜瓣蒂部的位置有关,如果蒂位于鼻侧更容易使水平彗差增加,同样如果蒂位于上方,更容易使垂直彗差增加。在我们的研究中,所有患者角膜瓣蒂的位置均位于上方,无论 FLE_x、FS-LASIK 还是 LASIK 手术,都会使角膜彗差明显增大,但是进一步比较发现, FLE_x 组与 LASIK 组、与 FS-LASIK 组均表现出统计学差异,而 LASIK 组与 FS-LASIK 组之间无统计学差异,考虑可能是由于 LASIK 及 FS-LASIK 的角膜瓣均位于上方,都会导致垂直彗差的增加,而 FLE_x 组的蒂位于左侧,理论上讲,垂直彗差增加的可能性小,因此出现了这样的结果。除此之外,我们发现 LASIK 组与 FS-LASIK 组术后角膜总 HOA、垂直彗差、水平彗差及球差均无统计学差异,而有学者指出 FS-LASIK 角膜总 HOA 和球差的增加均明显小于角膜板层刀制瓣的 LASIK 手术^[2],然而 Calvo 等^[3]进行了长达 3a 的临床患者随访统计,并从中发现 LASIK 与 FS-LASIK 术后 3a 的总 HOA、球差等均未见差异, Alió 等^[4]也发现使用 Moria M2 角膜板层刀制瓣的患者与使用飞秒激光制瓣的患者行 LASIK 手术后 3mo 球差及彗差均未见差异,这与我们的研究结果一致,这可能提示 LASIK 手术后角膜高阶像差的变化与角膜瓣的制作方式没有明显的联系。

Chalita 等^[5]认为 LASIK 术后复视的产生与水平彗差的增加有关,而与垂直彗差没有明显相关性,可能与蒂的位置有关。然而由于水平彗差对人眼视觉质量的影响更大,所以推测蒂位于鼻侧更容易产生视觉质量下降,因此,现在大多 LASIK 手术包括机械刀制瓣或飞秒激光制瓣角膜瓣的位置均位于上方。本研究中 LASIK 组与 FS-LASIK 组的角膜瓣蒂的方向均位于上方。

瞳孔的大小与视觉质量密切相关,当瞳孔大小为 2~3mm 时视网膜的成像质量最佳,而在同阶像差内,各阶像差随着瞳孔直径的增大而增大,以球差和彗差增速最大^[6]。Oshika 等^[7]在对 LASIK 及 PRK 进行对比研究时发现,如果不考虑瞳孔直径的话,行两种手术方式的患者术后总波前像差即使在 12mo 之后仍恢复不到术前的水平。还有研究认为,患者术后在角膜 4mm 直径区, FLE_x 与 FS-LASIK 两种手术方式引入的高阶像差无明显差异,但在 6mm 直径区, FLE_x 引入的球差要小于 FS-LASIK 的患者^[8]。国外有学者提出了间隙分值(fractional clearance, FC)的概念,即预计治疗光学区大小(option zone, OZ)与瞳孔直径之比,研究显示,当 FC=1.17,即 OZ 覆盖瞳孔区超过 17%时,高阶像差相当于 FC=1 时的 50%;反之,当瞳孔直径比切削区大 9%时,高阶像差比 FC=1 时增加 50%^[9]。在我们的研究中,采集的是中央瞳孔区 6mm 直径下的数据,并发现不管哪一种手术方式都会引入各种高阶像差的产生。因此,术前有对患者进行暗室及正常光线下瞳孔大小进行测量,并对术后视觉质量的变化进行有效的评估。

我们发现,无论选择哪一种手术方式,球差均较术术前有明显的升高,考虑是由于术源性球差主要与患者个体屈光度有关,术前屈光度越高,术中切削量越大,因此术源性诱导的角膜球差也高^[4]。王璐等^[10]认为术源性球差对术源性像差的贡献最大,而且发现 FS-LASIK 术后角膜前表面各范围 Q 值由负值向正值变化,因此 FS-LASIK 并不能维持角膜的非球面性,其非球面性主要发生在切削区。尽管角膜表面球差的变化与瞳孔直径有很大的关系,但在不考虑瞳孔的情况下,我们认为球差的增加主要与术前屈光度及角膜非球形改变有关。

总之,人眼存在着许多像差,在高阶像差中对视觉质量影响最大的应该是第三阶(彗差和三叶草)和第四阶像差(球差和四叶草),特别是角膜屈光手术后所造成的高阶像差的变化,而有效的控制术源性高阶像差的产生可以减少或避免光学并发症的产生,明显提高手术后的视觉质量。本研究发现,三种手术方式均导致高阶像差的产生,因 FLE_x 术进行透镜取出时的切口仍较大,对角膜生物力学仍造成一定的影响,同样会导致高阶像差的明显增加,但因随访时间较短,样本量受限,仍需要对小切口下的透镜取出即 SMILE 术对角膜高阶像差的影响进行进一步的研究。

参考文献

- 1 Pallikaris IG, Kymionis GD, Panagopoulou SI, et al. Induced optical aberrations following formation of a laser *in situ* keratomileusis flap. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28(10): 1737-1741
- 2 Zhang ZH, Jin HY, Suo Y, et al. Femtosecond laser versus mechanical microkeratome laser *in situ* keratomileusis for myopia: metaanalysis of randomized controlled trials. *J Cataract Refract Surg* 2011;37(12):2151-2159
- 3 Calvo R, McLaren JW, Hodge DO, et al. Corneal aberrations and visual acuity after laser *in situ* keratomileusis: femtosecond laser versus mechanical microkeratome. *Am J Ophthalmol* 2010; 149(5):785-793
- 4 Alió JL, Vega-Estrada A, Pinero David P. Laser assisted *in situ* keratomileusis in high levels of myopia with the amaris excimer laser using optimized aspherical profiles. *Am J Ophthalmol* 2011; 152(6):954-963
- 5 Chalita MR, Chavala S, Xu M, et al. Wavefront analysis in post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraction, and topography. *Ophthalmology* 2004;111(3):447-453
- 6 Doane JF, Slade SG. An introduction to wavefront-guided refractive surgery. *Int Ophthalmol Clin* 2003;43(2):101-117
- 7 Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999;127(1):1-7
- 8 Gertner J, Solomatin I, Sekundo W. Refractive lenticule extraction (ReLEx flex) and wavefront-optimized Femto-LASIK; comparison of contrast sensitivity and high-order aberrations at 1 year. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251(5):1437-1442
- 9 Bühren J, Kühne C, Kohlen T. Influence of pupil and optical zone diameter on higher-order aberrations after wavefront-guided myopic LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(12):2272-2280
- 10 王璐,王雁,左彤,等.飞秒激光制瓣 LASIK 联合波前优化治疗近视及散光术后的角膜像差. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(4):196-199