

波前像差引导对飞秒LASIK全眼及角膜高阶像差的影响

刘慧颖

上海市眼科医院, 上海 200041

【摘要】目的:探讨波前像差引导对飞秒LASIK术后全眼及角膜高阶像差的影响。**方法:**采用前瞻性连续病例研究。入选经检查适应飞秒LASIK手术的患者99人(194眼),分为飞秒激光LASIK组(fs-LASIK)和波前像差引导的飞秒激光LASIK组(i-LASIK)。分别在术前术后不同时间点对术眼进行检查,结果采用方差分析及 t 检验进行统计分析。**结果:**术后两组屈光状态无统计学差异($P>0.05$)。i-LASIK组全眼各像差均低于fs-LASIK组($P<0.05$),随时间推移两组间差异逐渐缩小,3个月起两组间无统计学差异($P>0.05$)。术后6个月内,fs-LASIK组全角膜像差中COMA大于i-LASIK组($P<0.05$)。术后3个月内,fs-LASIK组角膜前表面像差中COMA及Sph.大于i-LASIK组($P<0.05$)。术后各时间点两组角膜后表面像差均未见统计学差异($P>0.05$)。fs-LASIK组各像差值在术后1~3个月达到峰值,3~6个月开始回落;i-LASIK组在术后3~6个月达到峰值,6个月略有回落。两组间差距随时间推移逐渐缩小。**结论:**波前像差引导在术后早期对全眼像差具有积极影响,在术后6个月内对偏中心切削具有明显优势;全眼像差与角膜像差变化不完全一致,提示眼内像差对角膜像差具有补偿作用;术后6个月内各像差值逐渐改变,表明飞秒LASIK术后眼像差的变化是缓慢调整的过程。

【关键词】飞秒LASIK;眼;角膜;高阶像差;波前像差引导

【中图分类号】R779.63

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)07-0708-04

Effect of wavefront aberration-guidance on higher order aberration of eyes and cornea after femtosecond LASIK operation

LIU Hui-ying

Shanghai Eye Hospital, Shanghai 200041, China

Abstract: Objective To evaluate the effect of wavefront aberration-guidance on the higher order aberration of eyes and cornea after femtosecond LASIK (fs-LASIK) operation. **Methods** A prospective study of consecutive cases was conducted. Totally, 99 patients (194 eyes) who were able to accept fs-LASIK operation were selected and divided into 2 groups, fs-LASIK group and i-LASIK group. Examinations were taken at various time points before and after operation. The variance analysis and t test were applied to statistically analyze the results. **Results** No statistical differences were found in refractive status between two groups after the operation ($P>0.05$). The aberrations of eyes in i-LASIK group were lower than those in fs-LASIK group ($P<0.05$). With time goes, the differences between the two groups were gradually narrowing, and no statistical differences were found between the two groups after 3 months postoperatively ($P>0.05$). Within 6 months postoperatively, the comatic aberration (COMA) of total cornea in fs-LASIK group was higher than that in i-LASIK group ($P<0.05$). Within 3 months postoperatively, the COMA and spherical aberration of corneal anterior surface in fs-LASIK group were higher than those in i-LASIK group ($P<0.05$). No statistical differences were found in the aberration of corneal posterior surface between two groups at each time point after operation ($P>0.05$). The aberrations of fs-LASIK group peaked to the top at 1-3 months postoperatively, and started to fall back at 3-6 months postoperatively; the aberrations of i-LASIK group peaked to the top at 3-6 months postoperatively, and started to fall slightly at the 6 month after operation. Differences between the two groups reduced gradually over time. **Conclusion** Wavefront aberration-guidance has positive influences on the aberrations of the whole eyes in the early postoperative period, and has significant advantages in decentration restrictions within 6 months postoperatively. Changes in cornea and the whole eye are not completely coincident, indicating that intraocular aberrations have compensation effect for cornea aberrations. The aberrations changed gradually within 6 months postoperatively, indicating that the change of aberration after fs-LASIK operation is a slowly adjustment process.

Key words: femtosecond LASIK; eye; cornea; higher order aberration; wavefront aberration-guidance

【收稿日期】2016-02-04

【作者简介】刘慧颖,女,博士,主治医师,E-mail: huiyingliu@aliyun.com

前言

准分子激光角膜屈光手术通过改变角膜表面的曲率来达到屈光矫正的目的,但是由于术后各种高阶像差的增加,导致眩光、复视、夜间视力下降等并发症的发生^[1]。本研究旨在探讨波前像差引导对飞秒激光辅助的原位角膜磨镶术(fs-LASIK)术后高阶像差的影响规律,为手术方式的选择提供相应的依据。

1 资料与方法

表1 两组术前屈光状态比较

Tab.1 Comparison of preoperative BCVA

Group	BCVA	SE (D)	S (D)	C (D)
fs-LASIK	1.043±0.085	-5.078±1.936	-4.691±1.903	-0.772±0.643
i-LASIK	1.033±0.075	-5.094±1.905	-4.615±1.922	-0.959±0.746
P value	0.475	0.955	0.797	0.078

BCVA: Best corrected visual acuity; SE: Spherical equivalent; S: Sphere; C: Cylinder; D: Degree

1.2 方法

1.2.1 检查 除常规角膜屈光手术前检查外,所有患者均于术前及术后定期进行裸眼视力、综合验光、波前像差检查及眼前节分析仪检查。

1.2.2 手术 所有患者采用飞秒激光制作角膜瓣,fs-LASIK组常规行LASIK手术,i-LASIK组行虹膜定位跟踪联合波前像差引导的LASIK手术。

1.2.3 仪器设备 应用NIDEK RT-2100综合验光仪(日本,NIDEK公司)进行综合验光,WaveScan Wave-Front™波前像差测量仪(美国,AMO公司)进行全眼像差检查,Pentacam-HR眼前节分析系统(德国,Oculus公司)进行全角膜及角膜前后表面像差检查,Intralase飞秒激光仪(美国,AMO公司)术中制作角膜瓣,VISX Star S4(美国,AMO公司)进行虹膜定位跟踪、波前像差引导及准分子激光切削。

1.2.4 用药及随访 术前滴0.3%左眼氟沙星,4次/d,1~3 d。术后滴0.3%左眼氟沙星,4次/d,共3~7 d;0.1%氟米龙眼液,4次/d点眼,每7 d递减1次,4周停药。观察时间6个月,分别于干预后1天、1周、1月、3月、6月随访检查。

1.3 统计学分析

对两组术前及术后6个月内视力、屈光状态、全眼像差、全角膜像差及角膜前后表面像差进行统计学分析,像差主要选择总像差均方根(RMS)、高阶像

1.1 一般资料

采用前瞻性对照研究。入选条件为自愿接受fs-LASIK手术且经术前检查确认为适应证的患者,年龄18~45周岁,屈光状态为近视或近视散光,球镜度数≤-9.00 DS,柱镜度数≤-3.00 DC。共入选99人(194眼),男46人(89眼),女53人(105眼)。根据患者条件及意愿自主选择是否接受波前像差引导,并根据手术方式分为飞秒激光LASIK组(fs-LASIK组)和波前像差引导的飞秒激光LASIK组(i-LASIK组)。两组术前屈光状态详见表1。

差均方根(HOA)、彗差(Z31, comatic aberration, COMA)及初级球差(Z40, spherical aberration, Sph.)。采用SPSS16.0统计软件包进行统计分析,计量资料用均数±标准差表示,行两组独立样本t检验,计数资料行卡方检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 大体情况

所有手术病例术中顺利,无术中并发症。术后无角膜扩张、溶解、感染、弥漫性板层角膜炎(DLK)、层间上皮植入等严重并发症。

2.2 屈光度

术后两组屈光状态均达正视状态,术后各时间点两组间等效球镜无显著差异($P>0.05$,表2)。

2.3 视力

术前fs-LASIK组最佳矫正视力(BCVA)在20/16及以上为23.08%,术后裸眼视力(Un-corrected Distance Visual Acuity, UDVA)为93.94%;i-LASIK组术前BCVA在20/16及以上为16.67%,术后UDVA为98.33%。术后fs-LASIK组UDVA同术前BCVA相比提高1行以上为82.31%,i-LASIK组为91.67%。

2.4 像差

2.4.1 全眼像差 术前i-LASIK组全眼各像差均高于fs-LASIK组,其中HOA($P=0.001<0.05$)、COMA($P=0.036<0.05$)、Sph. ($P=0.037<0.05$)差异有显著性;术

表2 术后等效球镜变化(D)

Tab.2 Postoperative SE (D)

Group	1 week	1 month	3 months	6 months
fs-LASIK	-0.168±0.310	0.102±0.309	-0.178±0.150	0.009±0.162
i-LASIK	-0.182±0.390	0.131±0.313	0.008±0.192	-0.020±0.084
P value	0.788	0.557	0.315	0.622

后各时间点 i-LASIK 组全眼各像差均低于 fs-LASIK 组,术后 1 天、1 周、1 月各像差组间有显著性差异($P<0.05$),随时间推移两组间差异逐渐缩小,3 月及 6 月两组间无统计学差异($P>0.05$)。见表 3。

2.4.2 全角膜像差 术前两组间各像差均无统计学差异($P>0.05$);术后 1 个月 fs-LASIK 组 HOA($P=0.035<0.05$)、COMA($P=0.003<0.05$)大于 i-LASIK 组;术后 3 个月,fs-LASIK 组 COMA($P=0.003<0.05$)大于 i-LASIK 组;术后 6 个月,fs-LASIK 组 COMA($P=0.045<0.05$)大于 i-LASIK 组;其余术后各时间点两组各像差无统计学差异($P>0.05$)。见表 3。

2.4.3 角膜前表面像差 术前两组间各像差均无统计学差异($P>0.05$);术后 1 个月 fs-LASIK 组 HOA($P=0.020<0.05$)、COMA($P=0.010<0.05$)、Sph. ($P=0.004<0.05$)大于 i-LASIK 组;术后 3 个月,fs-LASIK 组 COMA($P=0.016<0.05$)、Sph. ($P=0.028<0.05$)大于 i-LASIK 组;其余术后各时间点两组各像差无统计学差异($P>0.05$)。见表 3。

2.4.4 角膜后表面像差 术前两组间各像差无统计学差异($P>0.05$);术后各时间点两组各像差均未见统计学差异($P>0.05$)。见表 3。

2.4.5 变化趋势 fs-LASIK 组各像差值在术后 1~3 个月达到峰值,3~6 个月开始回落;i-LASIK 组在术后 3~6 个月达到峰值,6 个月略有回落。两组间差距随时间推移逐渐缩小。

3 讨论

屈光手术后眼高阶像差增加^[2],以彗差及球差增加最为明显^[3-4]。波前像差的变化与术后视觉质量下降有紧密关系,也是引起对比敏感度下降、视觉干扰症状的重要原因^[5]。已有研究认为,波前像差引导的屈光手术可以相对降低高阶像差,提高术后视觉质量,减少眩光、夜间视力下降等并发症的发生^[6-8]。本研究以总像差均方根值、高阶像差均方根值、彗差及初级球差为主要指标,分别对 fs-LASIK 术后全眼、全角膜及角膜前后表面像差变化进行比较分析,探讨波前像差引导对上述各像差的影响规律。

人眼作为一个复杂的光学系统,本身即存在源于其光学缺陷的人眼像差,主要由角膜像差(角膜前后表面像差)和眼内像差(包括房水、玻璃体和晶状体像差,主要是晶状体像差)组成^[9],其中 80%来源于角膜。角膜屈光手术之前,像差在人眼的屈光系统中所占比例很小。准分子激光手术主要改变角膜前表面,其造成的角膜像差的改变占整个眼球像差改变的绝大部分^[10]。本研究中术前两组全眼各像差值均有统计学差异,而全角膜及角膜前后表面各像差均无统计学差异,表明导致两组间各像差差异的主要因素来源于眼内。

波前像差引导的屈光矫正基于全眼像差进行,即在角膜前表面进行全眼像差矫正。本研究中两组术后全眼像差变化与角膜像差变化不一致,全角膜像差变化与角膜前表面像差变化接近,两组角膜后表面像差术后各时间点始终均未见统计学差异,提示术后眼高阶像差的变化不仅源于角膜,眼内像差也有贡献。本研究中两组全眼像差仅在 1 个月内有统计学差异,而全角膜像差中 COMA 值至 6 个月仍有统计学差异,提示随时间推移眼内像差对角膜像差具有补偿作用。

本研究中尽管术前 i-LASIK 组全眼各像差值均显著高于 fs-LASIK 组,术后各时间点 i-LASIK 组全眼各像差均低于 fs-LASIK 组,但随时间推移两组间差异逐渐缩小,术后 3 个月起两组间已无统计学差异。表明波前像差引导对全眼像差的影响具有积极作用,同既往报道相符^[6-8],但其优势仅限于术后早期。分析可能同组织修复、角膜生物动力学改变及屈光调节等因素相关。有研究表明在恒定瞳孔大小下,当目标缓慢地从远处移近时,随着眼的调节,像差和散光会不断变化,即每个人都会有依赖于调节状态的基本的、系统的像差改变^[11]。

术后 6 个月内 i-LASIK 组全角膜像差中 COMA 值始终低于 fs-LASIK 组,术后 3 个月内角膜前表面像差中 COMA 值低于 fs-LASIK 组,表明伴有虹膜定位跟踪的波前像差引导对偏心切削的控制具有优势。术后 6 个月内各像差值呈抛物线样逐渐改变,表

表3 两组术前术后像差分布
Tab.3 Preoperative and postoperative aberration changes in two groups

Item	Before operation		1 day postoperatively			1 week postoperatively			1 month postoperatively			3 months postoperatively			6 months postoperatively		
	fs-LASIK	i-LASIK	fs-LASIK	i-LASIK	fs-LASIK	fs-LASIK	i-LASIK	fs-LASIK	fs-LASIK	i-LASIK	fs-LASIK	fs-LASIK	i-LASIK	fs-LASIK	fs-LASIK	i-LASIK	i-LASIK
<i>n</i>	132	62	116	51	100	56	95	46	48	14	28	10					
T	R	7.329±2.527	7.987±2.199	1.143±0.585	0.860±0.355*	1.353±0.604	0.928±0.396*	1.432±0.664	1.016±0.418*	1.708±1.186	1.071±0.979	0.833±0.753					
	H	0.328±0.114	0.391±0.133*	0.579±0.232	0.433±0.162*	0.683±0.265	0.487±0.178*	0.697±0.214	0.535±0.170*	0.650±0.285	0.612±0.256	0.552±0.127					
	c	0.180±0.098	0.212±0.103*	0.325±0.188	0.228±0.147*	0.406±0.236	0.240±0.146*	0.432±0.197	0.275±0.155*	0.405±0.212	0.353±0.138	0.315±0.054					
	s	0.118±0.140	0.160±0.108*	0.317±0.227	0.183±0.141*	0.427±0.219	0.251±0.170*	0.437±0.202	0.292±0.181*	0.399±0.252	0.361±0.194	0.315±0.187					
	R	0.435±0.181	0.460±0.221	0.751±0.409	0.738±0.315	0.705±0.252	0.617±0.252	0.673±0.275	0.698±0.255	0.730±0.287	0.712±0.216	0.741±0.254					
C	H	0.092±0.100	0.099±0.029	0.171±0.116	0.187±0.221	0.151±0.061	0.131±0.040	0.167±0.064	0.134±0.049*	0.171±0.065	0.145±0.056	0.130±0.053					
	c	0.133±0.079	0.154±0.091	0.334±0.338	0.336±0.217	0.331±0.208	0.253±0.114	0.392±0.197	0.256±0.125*	0.415±0.224	0.368±0.190	0.221±0.149*					
	s	0.091±0.055	0.113±0.064	0.216±0.175	0.158±0.136	0.190±0.147	0.184±0.136	0.249±0.138	0.183±0.166	0.248±0.128	0.183±0.125	0.146±0.162					
	R	0.564±0.211	0.575±0.274	0.777±0.395	0.782±0.305	0.740±0.216	0.684±0.218	0.732±0.265	0.741±0.230	0.800±0.260	0.750±0.203	0.748±0.300					
	H	0.094±0.053	0.134±0.162	0.173±0.106	0.158±0.081	0.174±0.119	0.141±0.042	0.192±0.096	0.141±0.050*	0.212±0.162	0.153±0.059	0.138±0.061					
F	c	0.151±0.084	0.167±0.094	0.351±0.339	0.346±0.241	0.347±0.211	0.260±0.125	0.413±0.203	0.290±0.130*	0.448±0.215	0.386±0.200	0.264±0.146					
	s	0.151±0.065	0.167±0.061	0.282±0.179	0.234±0.145	0.250±0.152	0.237±0.145	0.321±0.138	0.215±0.154*	0.307±0.135	0.248±0.125	0.201±0.137					
	R	0.311±0.054	0.321±0.047	0.324±0.055	0.345±0.049	0.316±0.058	0.316±0.042	0.322±0.083	0.322±0.053	0.301±0.049	0.315±0.078	0.307±0.060					
	H	0.059±0.065	0.054±0.009	0.054±0.009	0.057±0.011	0.053±0.014	0.054±0.006	0.055±0.022	0.060±0.034	0.065±0.090	0.052±0.013	0.050±0.008					
	c	0.027±0.067	0.034±0.020	0.042±0.026	0.040±0.021	0.046±0.062	0.033±0.018	0.036±0.018	0.041±0.015	0.040±0.022	0.035±0.020	0.043±0.022					
B	s	-0.128±0.040	-0.136±0.024	-0.130±0.041	-0.146±0.024	-0.127±0.072	-0.138±0.018	-0.129±0.048	-0.130±0.031	-0.130±0.026	-0.133±0.033	-0.131±0.021					

T: Total; C: Cornea; F: Front; B: Back; R: Root mean square; H: Higher order aberration; c: Comatic aberration; s: Spherical aberration; * $P<0.05$ vs fs-LASIK group.

(下转716页)