

LASIK 术后远期干眼与高阶像差改变及对视觉质量的影响

李佳佳, 郭永越, 苏乐琪, 苏锐锋, 郭立涛, 李晓红, 谭小波

引用: 李佳佳, 郭永越, 苏乐琪, 等. LASIK 术后远期干眼与高阶像差改变及对视觉质量的影响. 国际眼科杂志 2019; 19(6): 1007-1011

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (No.H2015406054); 河北省政府资助省级临床医学优秀人才项目 (No.361008); 承德市科学技术研究与发展指导计划项目 (No.200922084)

作者单位: (067000) 中国河北省承德市, 承德医学院附属医院眼科

作者简介: 李佳佳, 在读硕士研究生, 研究方向: 眼表疾病。

通讯作者: 谭小波, 毕业于首都医科大学, 博士, 副主任医师, 硕士研究生导师, 科副主任, 研究方向: 眼表疾病. tanxiaobofirst@163.com

收稿日期: 2018-11-27 修回日期: 2019-04-28

摘要

目的: 观察 LASIK 手术前后干眼与高阶像差 (HOAs) 改变及对视觉质量的影响。

方法: 选取 2008-06/2010-06 在我院接受 LASIK 手术并随访 5a 的患者 58 例 116 眼, 术前及术后 1、3、5a 记录 UCVA、等效球镜、瞬目后 0s 和 10s 角膜前表面总 HOAs、三阶彗差、三阶三叶草、四阶球差、BUT、S I t, 填写 OSDI 问卷。

结果: 术后 5a, LASIK 术后 OSDI 评分由术前 10.003 ± 1.462 分逐渐提高至 20.252 ± 2.540 分, BUT 由术前 8.402 ± 2.640 s 降低至 6.897 ± 3.408 s, S I t 也较术前 (14.382 ± 6.241 mm/5min) 降低, 但术后 5a 恢复至术前水平 13.432 ± 4.206 mm/5min。瞬目后 10s 像差高于 0s, 以球差最显著。术后像差提高且随时间增加, 仍以球差最显著。术后 5a 非干眼和干眼患者瞬目后 0s 获取的像差间无差异 (均 $P > 0.05$)。术后 5a 瞬目后 10s 的 HOAs 轻度干眼与术前无差异 (均 $P > 0.05$), 中、重度干眼患者像差均高于非干眼患者 (均 $P < 0.05$)。干眼患者两时间点 HOAs 差值与 OSDI 评分正相关。

结论: LASIK 术后远期患者干眼引起泪膜稳定性下降使患者眼部 HOAs 增加并最终导致患者视觉质量下降, 其中球差的显著增加可能是造成患者视觉质量下降的主要原因。

关键词: 近视; LASIK; 干眼; 高阶像差; 视觉质量

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2019.6.26

Effects of long-term dry-eye and higher-order aberrations on visual quality in LASIK patients

Jia-Jia Li, Yong-Yue Guo, Le-Qi Su, Rui-Feng Su, Li-Tao Guo, Xiao-Hong Li, Xiao-Bo Tan

Foundation items: Natural Science Foundation of Hebei Province (No. H2015406054); Hebei Provincial Government - Funded

Clinical Talents Training Project (No. 361008); Science and Technology Research and Development Guidance Plan Project of Chengde (No.200922084)

Department of Ophthalmology, the Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde 067000, Hebei Province, China

Correspondence to: Xiao-Bo Tan. Department of Ophthalmology, the Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde 067000, Hebei Province, China. tanxiaobofirst@163.com

Received: 2018-11-27 Accepted: 2019-04-28

Abstract

• AIM: To observe the dry eye and high-order aberrations (HOAs) before and after laser *in situ* keratomileusis (LASIK) and to evaluate their effects on visual quality.

• METHODS: Totally 58 myopia patients (116 eyes) were enrolled from June 2008 to June 2010, who were interviewed before and on 1a, 3a, 5a after operation. Their total HOAs, third-order coma, third-order trefoil and fourth-order spherical aberration of the corneal surface 0s and 10s after blinking were measured, and uncorrected visual acuity (UCVA), spherical equivalent (SE), corneal fluorescent staining, S I t were taken. OSDI questionnaire was scored, dry eye was diagnosed and graded.

• RESULTS: Five years after LASIK, OSDI scores gradually increased from 10.003 ± 1.462 to 20.252 ± 2.540 , BUT decreased from 8.402 ± 2.640 s to 6.897 ± 3.408 s and S I t decreased from preoperative level 14.382 ± 6.241 mm/5min, but recovered to preoperative level of 13.432 ± 4.206 mm/5min. The HOAs obtained 10s after blink were higher than 0s, and the augment of spherical aberration was the most significant. As to the same time point, the post operative HOAs were higher than that before operation, and the elevation of spherical aberration was still the most significant. 5a after operation, there was no difference between dry eye and non-dry eye patients on HOAs obtained 0s after blinking (all $P > 0.05$). There was no significant difference between mild dry eye and preoperative HOAs 10s after blink 5a after operation (all $P > 0.05$). However, the HOAs of moderate and severe dry eye patients were higher than non-dry eye patients (all $P < 0.05$). 5a after surgery, the HOAs differences between two time points of dry eye patients had positively correlated with OSDI scores.

• CONCLUSION: The instability of tear film caused by dry eye in patients long-term after LASIK increases patient's HOAs and ultimately impair patient's visual quality, which mainly owe to the significant increase of spherical aberration.

• KEYWORDS: myopia; LASIK; dry eye; higher order aberration; visual quality

Citation: Li JJ, Guo YY, Su LQ, et al. Effects of long-term dry-eye and higher-order aberrations on visual quality in LASIK patients. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2019;19(6):1007-1011

0 引言

自2005年以来,角膜屈光手术量一直呈爆发式增长,年均超过95万例。准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)作为一种安全、有效、可预测的矫正近视治疗方法,在过去的几十年中得到了广泛应用,是迄今施行最多的角膜屈光手术^[1]。飞秒激光在角膜屈光手术中所扮演的角色越来越重要, LASIK手术的存量患者已超过数百万例。对如此大基数患者的调查发现, LASIK会引起一些不良事件,其中最常见的是术后干眼。大多数干眼可以自行缓解,但部分患者会转为慢性干眼并严重影响患者的生活质量^[2]。另外,虽然LASIK使绝大多数患者的视力得到有效提高,但也会改变患者眼部像差特别是高阶像差(higher order aberrations, HOAs),进而影响患者的视觉质量。而据2007年国际干眼工作组的结论,干眼造成的泪膜分布不均匀或稳定性下降也可以改变眼部HOAs进而影响患者的视觉质量^[3-4]。近视患者LASIK术后远期干眼和HOAs会发生怎样的改变,二者之间存在什么样的作用,这种作用对患者的视觉质量究竟产生何种影响,迄今未见报道。因此,本研究对部分近视患者LASIK术后5a干眼、HOAs和视觉质量等进行随访,现将结果报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究选取2008-06/2010-06在我院双眼接受LASIK手术并随访5a的近视患者58例116眼,其中男28例56眼、女30例60眼,年龄18~35(平均28.5±2.7)岁。所有患者均为初次接受手术,既往无眼部手术、外伤及炎症病史,无重度干眼,不合并糖尿病、结缔组织病,术中未出现并发症,术后未长期使用除人工泪液以外的滴眼液或服用可能导致干眼的药物,能够按时随访并配合相关检查。本研究遵循《赫尔辛基宣言》要求,经由我院伦理委员会审核批准,符合医学伦理原则,患者本人签署知情同意书。

1.2 方法 LASIK手术操作采用193nm氟化氩准分子激光行常规切削。术前3min 5g/L盐酸丙美卡因眼液滴眼2次,开睑器开睑,用微形角膜刀做角膜板层切开,蒂保留在鼻侧,瓣厚130μm,掀开瓣后,行准分子激光切削,切削直径6.5mm。激光切削完毕后,将角膜瓣复位,冲洗角膜瓣下的碎屑。所有手术均由同一医师以同一台机器完成。术后1g/L氟米龙滴眼液,第1wk每天4次,以后每周减少1次,共4wk;5g/L左氧氟沙星滴眼液1wk;3g/L玻璃酸钠滴眼液3mo,根据具体情况调整使用时间。

观察指标:分别于术中和术后1、3、5a,记录患者的裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)和等效球镜(spherical equivalent, SE),同时询问患者病史和症状并填写眼表疾病指数(ocular surface disease index, OSDI)调查问卷^[5],该问卷包含眼部症状、视觉功能及环境触发因素三个维度,共12项,每项0~4分,总积分=各维度积分之和×25/答题数,满分100分。HOAs检测采用OPD-SCAN像差仪连续测量3次,测量过程按操作规范进行。HOAs测量分别在患者瞬目后0s和10s进行,测量时采集角膜中央4mm直径区域的数据,像差表达方式采用仪器自带

表1 LASIK术前后不同时间干眼发病情况 眼(%)

指标	术前	术后1a	术后3a	术后5a
轻度干眼	30(73.2)	40(65.6)	28(52.8)	20(41.7)
中度干眼	11(26.8)	17(27.9)	19(35.9)	20(41.7)
重度干眼	0	4(6.6)	6(11.3)	8(16.7)
合计	41	61	53	48

软件生成的Zernik系数,定量分析角膜前表面的总HOAs均方根、三阶彗差、三阶三叶草、四阶球差。随后进行干眼相关检测,先后顺序分别为泪膜破裂时间(break-up time, BUT)、角结膜荧光素染色(fluorescein staining, FL)和泪液分泌试验I(Schirmer's I test, S I t),每两项检查间隔2~10min。所有询问及检查均在上午10:00~下午4:00,室温18℃±2℃、湿度65%±2%环境下由同一医师完成。

干眼诊断标准依据中华医学会眼科学分会角膜病学组2013年干眼临床诊疗专家共识:(1)有干燥感、异物感、烧灼感、疲劳感、不适感、视力波动等主观症状之一和BUT≤5s或S I t≤5mm/5min可诊断干眼;(2)有干燥感、异物感、烧灼感、疲劳感、不适感、视力波动等主观症状之一和5s<BUT≤10s或5mm/5min<S I t≤10mm/5min,同时有角结膜荧光素染色阳性可诊断干眼。干眼程度划分根据OSDI积分:0~12分为正常;13~22分为轻度干眼;23~32分为中度干眼;33~100分为重度干眼^[6]。

统计学分析:采用SPSS13.0统计学软件进行统计学处理,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。各检测指标手术前后不同时间比较采用重复测量方差分析,组内多重比较采用LSD-t检验,两个时间点获取的像差比较采用独立样本t检验。术后不同程度干眼患者瞬目后获取的像差比较采用单因素方差分析,组内多重比较采用Dunnnett-t检验。术后视力和视觉功能OSDI评分与瞬目后不同时间获取像差差值的相关分析采用Spearman相关分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 LASIK术中和术后干眼发病率及干眼程度构成 术后1、3、5a干眼发病率分别为52.6%(61眼)、45.7%(53眼)和41.4%(48眼),均高于术前35.3%(41眼)。其中轻度干眼占多数,但构成比逐年减少,中度和重度干眼的构成比则逐年提高,其中以重度干眼增加最为明显,术后5a达到术后1a的约2.5倍(16.7% vs 6.6%),见表1。

2.2 LASIK手术前后各检测指标比较 患者手术前后各时间点UCVA和SE总体差异均有统计学意义($P < 0.05$,表2),术后各时间点UCVA高于术前,差异有统计学意义($t_{术前 vs 1a} = 1.970, P_{术前 vs 1a} < 0.001; t_{术前 vs 3a} = 1.970, P_{术前 vs 3a} < 0.001; t_{术前 vs 5a} = 1.970, P_{术前 vs 5a} < 0.001$),SE低于术前,差异有统计学意义($t_{术前 vs 1a} = 1.970, P_{术前 vs 1a} < 0.001; t_{术前 vs 3a} = 1.970, P_{术前 vs 3a} < 0.001; t_{术前 vs 5a} = 1.970, P_{术前 vs 5a} < 0.001$),但术后各时间点间比较UCVA和SE差异均无统计学意义(UCVA: $t_{1a vs 3a} = 1.970, P_{1a vs 3a} = 0.667; t_{1a vs 5a} = 1.970, P_{1a vs 5a} = 0.106; t_{3a vs 5a} = 1.970, P_{3a vs 5a} = 0.071$; SE: $t_{1a vs 3a} = 1.970, P_{1a vs 3a} = 0.093; t_{1a vs 5a} = 1.970, P_{1a vs 5a} = 0.073; t_{3a vs 5a} = 1.970, P_{3a vs 5a} = 0.712$)。

手术前后各时间点OSDI评分总体差异有统计学意义($P < 0.05$,表2),术后各时间点均高于术前,差异有统计学意义($t_{术前 vs 1a} = 1.970, P_{术前 vs 1a} < 0.001; t_{术前 vs 3a} = 1.970,$

表2 LASIK 手术前后不同时间各检测指标比较

指标	术前	术后 1a	术后 3a	术后 5a	F	P
UCVA(LogMAR)	0.732±0.124	0.058±0.091	0.025±0.120	0.042±0.150	22.35	0.011
SE(D)	-4.682±1.544	-0.259±0.121	-0.295±0.196	-0.306±0.254	15.53	0.032
OSDI 评分(分)	10.003±1.462	11.416±0.496	16.495±2.821	20.252±2.540	20.61	0.013
S I t (mm/5min)	14.382±6.241	9.221±4.610	11.540±8.322	13.432±4.206	18.34	0.024
BUT(s)	8.402±2.640	5.242±1.524	6.011±3.296	6.897±3.408	17.89	0.020
像差(0s)						
总 HOAs	0.080±0.035	0.105±0.028	0.141±0.023	0.152±0.052	15.88	0.034
彗差	0.072±0.030	0.090±0.006	0.102±0.025	0.120±0.056	19.77	0.026
球差	0.016±0.012	0.052±0.030	0.080±0.020	0.091±0.032	21.09	0.013
三叶草	0.057±0.021	0.074±0.033	0.096±0.040	0.121±0.056	18.17	0.028
像差(10s)						
总 HOAs	0.132±0.023	0.220±0.043	0.310±0.052	0.370±0.069	17.71	0.022
彗差	0.093±0.034	0.112±0.025	0.180±0.055	0.196±0.062	19.91	0.015
球差	0.031±0.006	0.125±0.046	0.179±0.024	0.187±0.031	26.12	0.002
三叶草	0.063±0.022	0.120±0.019	0.165±0.038	0.189±0.049	21.04	0.014

表3 术后 5a 非干眼患者和不同程度干眼患者瞬目后 0s 获取的高阶像差比较

像差	非干眼	轻度干眼	中度干眼	重度干眼	F	P
总 HOAs	0.146±0.045	0.150±0.048	0.161±0.041	0.173±0.050	1.64	0.661
彗差	0.115±0.048	0.118±0.039	0.121±0.037	0.124±0.038	1.98	0.487
球差	0.088±0.028	0.091±0.033	0.096±0.030	0.102±0.034	2.90	0.122
三叶草	0.118±0.034	0.122±0.029	0.125±0.031	0.127±0.038	2.11	0.411

$P_{\text{术前 vs 3a}} < 0.001$; $t_{\text{术前 vs 5a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 5a}} < 0.001$ 。术后各时间点两两比较差异有统计学意义($t_{1a \text{ vs } 3a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 3a} < 0.001$; $t_{1a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 5a} < 0.001$; $t_{3a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{3a \text{ vs } 5a} < 0.001$)。

手术前后各时间点 S I t 与 BUT 总体差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表 2)。同术前相比, S I t 术后 1, 3a 均低于术前, 差异有统计学意义($S I t: t_{\text{术前 vs 1a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 1a}} < 0.001$; $t_{\text{术前 vs 3a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 3a}} = 0.004$), 但术后 5a 与术前相比差异无统计学意义($t_{\text{术前 vs 5a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 5a}} = 0.175$)。同术前相比, BUT 术后各时间点均低于术前, 差异有统计学意义($t_{\text{术前 vs 1a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 1a}} < 0.001$; $t_{\text{术前 vs 3a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 3a}} < 0.001$; $t_{\text{术前 vs 5a}} = 1.970$, $P_{\text{术前 vs 5a}} < 0.001$)。术后各时间点两两比较差异均有统计学意义(S I t: $t_{1a \text{ vs } 3a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 3a} = 0.009$; $t_{1a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 5a} < 0.001$; $t_{3a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{3a \text{ vs } 5a} = 0.030$; BUT: $t_{1a \text{ vs } 3a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 3a} = 0.023$; $t_{1a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{1a \text{ vs } 5a} < 0.001$; $t_{3a \text{ vs } 5a} = 1.970$, $P_{3a \text{ vs } 5a} = 0.045$)。

手术前后各时间点瞬目后 0s 的总 HOAs 和各阶像差总体差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表 2), 术后各时间点瞬目后 0s 的总 HOAs 和各阶像差均高于术前, 差异有统计学意义(均 $P < 0.001$), 术后不同时间点瞬目后 0s 的总 HOAs 和各阶像差两两比较, 差异有统计学意义(均 $P < 0.001$), 其中以球差改变最为显著。

手术前后各时间点瞬目后 10s 的总 HOAs 和各阶像差总体差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表 2), 术后各时间点瞬目后 10s 的总 HOAs 和各阶像差均高于术前, 差异有统计学意义(均 $P < 0.001$), 术后不同时间点瞬目后 10s 的总 HOAs 和各阶像差两两比较, 差异有统计学意义(均 $P < 0.001$), 其中以球差改变最为显著。

手术前后各时间点瞬目后 10s 获取的总 HOAs 和各

阶像差均高于瞬目后 0s, 差异有统计学意义(术前: $t_{\text{HOAs}} = 1.970$, $P_{\text{HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.970$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.970$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.970$, $P_{\text{三叶草}} = 0.034$; 术后 1a: $t_{\text{HOAs}} = 1.970$, $P_{\text{HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.970$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.970$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.970$, $P_{\text{三叶草}} < 0.001$; 术后 3a: $t_{\text{HOAs}} = 1.970$, $P_{\text{HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.970$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.970$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.970$, $P_{\text{三叶草}} < 0.001$; 术后 5a: $t_{\text{HOAs}} = 1.970$, $P_{\text{HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.970$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.970$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.970$, $P_{\text{三叶草}} < 0.001$), 也以球差改变最为显著。

2.3 LASIK 术后 5a 非干眼患者和不同程度干眼患者瞬目后 0s 获取的高阶像差比较 术后 5a, 非干眼患者和不同程度干眼患者瞬目后 0s 获取的总 HOAs 和各阶像差间差异无统计学意义($P > 0.05$, 表 3)。

2.4 LASIK 术后 5a 非干眼患者和不同程度干眼患者瞬目后 10s 获取的高阶像差比较 术后 5a, 虽然非干眼患者及不同程度干眼患者瞬目后 10s 获取的总 HOAs 和各阶像差总体比较差异均有统计学意义($P < 0.05$), 但轻度干眼患者与非干眼患者间各像差的差异无统计学意义($t_{\text{总HOAs}} = 1.988$, $P_{\text{总HOAs}} = 0.078$; $t_{\text{彗差}} = 1.988$, $P_{\text{彗差}} = 0.057$; $t_{\text{球差}} = 1.988$, $P_{\text{球差}} = 0.139$; $t_{\text{三叶草}} = 1.988$, $P_{\text{三叶草}} = 0.148$), 而中度和重度干眼患者均高于非干眼患者, 差异有统计学意义(中度干眼与非干眼患者比较: $t_{\text{总HOAs}} = 1.988$, $P_{\text{总HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.988$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.988$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.988$, $P_{\text{三叶草}} < 0.001$; 重度干眼与非干眼患者比较: $t_{\text{总HOAs}} = 1.993$, $P_{\text{总HOAs}} < 0.001$, $t_{\text{彗差}} = 1.993$, $P_{\text{彗差}} < 0.001$, $t_{\text{球差}} = 1.993$, $P_{\text{球差}} < 0.001$, $t_{\text{三叶草}} = 1.993$, $P_{\text{三叶草}} < 0.001$), 见表 4。

表4 术后5a非干眼患者和不同程度干眼患者瞬目后10s获取的高阶像差比较

像差	非干眼	轻度干眼	中度干眼	重度干眼	F	P
总 HOAs	0.314±0.058	0.341±0.065	0.471±0.060	0.512±0.068	19.65	0.021
彗差	0.133±0.034	0.151±0.045	0.214±0.052	0.271±0.043	27.01	0.007
球差	0.093±0.030	0.104±0.025	0.172±0.033	0.224±0.040	18.92	0.026
三叶草	0.128±0.045	0.144±0.036	0.208±0.035	0.286±0.039	19.34	0.028

表5 术后5a干眼患者视力、OSDI评分与各像差改变量间相关性

指标		Δ总 HOAs	Δ彗差	Δ球差	Δ三叶草
UCVA	r_s	-0.25	-0.05	-0.27	-0.05
	P	0.08	0.74	0.06	0.72
OSDI评分	r_s	0.48	0.26	0.59	0.12
	P	0.02	0.02	0.01	0.04

注:Δ:瞬目后10s与瞬目后0s测量差值。

2.5 LASIK术后5a干眼患者视力和OSDI评分与两获取时间点各阶像差差值间的相关性分析 术后5a干眼患者两个时间点获取的总HOAs和各阶像差差值与UCVA不相关,但与OSDI评分正相关,见表5。

3 讨论

LASIK可以有效提高患者的视力,但患者的视觉质量却不一定能同步提升,一些患者在LASIK术后多年虽然视力正常但仍抱怨视物模糊、眩光或夜视力下降。本研究中,患者术后5a内UCVA大致正常,SE结果也显示没有出现明显的屈光回退,但视觉功能OSDI评分却随时间延长而增加,说明患者的视觉质量在持续下降。为什么会出现这种现象?Chalita等^[7]指出LASIK术后患者眼部总像差减少而HOAs增加,由于低阶像差占总像差的绝大部分,HOAs仅占一小部分,故术后眼部总像差的减小从另一角度证明了LASIK的有效性。虽然HOAs在波前像差总量中所占比例很小,但对视觉质量的影响却很大,手术可以增大眼部的HOAs且加大各阶像差之间的差异从而造成视觉质量下降。HOAs增加的原因很多,包括角膜切削直径过大、偏心切削、角膜曲率不规则改变、角膜损伤后的修复等,其中最主要的是角膜非球面改变^[8-9]。研究发现,角膜非球面改变在角膜屈光手术后早期比较明显,随着角膜组织的修复,多数在6mo内逐渐恢复^[10],而本研究中,患者的总HOAs和各阶像差在术后5a内持续升高,说明手术不但使眼部HOAs增加,且这种影响长期存在,而这不能仅以角膜的非球面改变加以解释。在前期研究中发现LASIK术后干眼也长期存在^[9]。从远期看,这种干眼并未表现为泪液分泌量减少,而是表现为泪膜稳定性下降,而泪膜稳定性与HOAs密切相关,泪膜不稳定而易发生破裂造成角膜相应区域变薄,在泪膜破裂的边缘光路发生改变使眼部像差特别是HOAs增大^[11]。因此,我们推测LASIK术后远期干眼造成的泪膜稳定性下降可能是患者眼部HOAs上调的一个重要原因。

为此,我们观察了LASIK手术前后患者瞬目后0s和10s的HOAs,这两个时间点分别代表泪膜形成和完全破裂的时刻,有助于理解泪膜稳定性对HOAs的影响。Koh^[12]发现正常人瞬目后5s眼部总HOAs较瞬目后0s增加约44%。在本研究中,术前患者瞬目后10s获取的总

HOAs较瞬目后0s增加约65%,比Koh的结果略高,可能是因为我们检测的时间点稍延后或纳入手术的患者中有少量干眼患者。术后5a患者瞬目后10s的总HOAs较术前瞬目后10s增加约180%,较术后瞬目后0s增加约143%,即术后泪膜稳定性下降引起的HOAs增量占HOAs全部增量的近80%,说明LASIK术后远期患者泪膜稳定性下降是造成眼部HOAs增高的主要原因。

Jung等^[13]曾分析LASEK手术前后HOAs改变,发现非干眼和干眼患者瞬目后0s的像差没有差别,而干眼患者瞬目后10s的总HOAs、彗差和三叶草像差均明显高于非干眼患者。虽然李玉珍等^[14]认为LASIK和LASEK两种手术方式对术后HOAs的影响没有差异,但其结论仅限于术后早期。实际上,造成LASIK术后HOAs增高的因素要复杂于LASEK,其中之一便是LASIK术后干眼的严重程度要明显高于LASEK^[15],如在本研究中,LASIK术后5a干眼发病率高达41.4%,且中重度干眼的构成比还在逐年提高。我们比较了术后5a非干眼患者和不同程度干眼患者的HOAs,发现这些患者瞬目后0s获取的总HOAs和各阶像差没有差别,而瞬目后10s获取的总HOAs和各阶像差却不同:虽然轻度干眼患者与非干眼患者间没有明显差别,但中重度干眼患者却明显高于非干眼患者,其中以球差最为显著,说明LASIK术后远期中重度干眼引起患者眼部以球差为主的HOAs增高。Oshika等^[16]发现LASIK术后像差较术前增高,且以彗差和球差为主,但并没有考虑干眼对HOAs的影响。彗差是因眼睑重力产生的压力和泪膜质量造成泪膜在角膜表面垂直方向和水平方向非对称扩步而形成,球差则是因泪膜稳定性下降引起角膜中心区域泪膜变薄速度早于角膜周边而形成,而本研究中患者的泪液分泌量并没有减少而只是泪膜稳定性下降,因此LASIK术后HOAs增加以球差最为显著。

干眼参与LASIK术后远期患者眼表健康的恶化和矫治效果的下降,但其在LASIK上调患者HOAs并引起视觉质量下降中扮演什么角色却不得而知。在分析LASIK术后患者视觉质量与HOAs相关性时,我们采用了瞬目后两个时间点像差的差值以避免泪膜以外其他因素的影响。结果发现术后5a干眼患者总HOAs和各阶像差的差值与UCVA不相关,但与视觉功能OSDI评分正相关,其中总HOAs和球差的差值与视觉功能OSDI评分中等相关,彗差和三叶草与其弱相关,该结果与前面描述的LASIK术后HOAs增加以球差为主相对应。HOAs是评价总体视觉质量的指数,球差和彗差一般影响中心视力,但球差对于视觉质量特别是夜视力的影响要高于彗差^[17],故球差增加可能是HOAs中引起患者视觉质量下降的主要原因。

综上所述,LASIK使患者眼部的HOAs发生了长期而复杂的改变。术后远期患者干眼引起泪膜稳定性下降使

患者眼部 HOAs 增加并最终导致患者视觉质量下降,其中球差的显著增加可能是造成患者视觉质量下降的主要原因。然而,影响眼部像差的因素不仅限于干眼,还包括屈光度、晶状体调节等,由于本研究以角膜前表面像差代表人眼总体像差,而术后角膜前表面和全眼的球面像差变化并不完全一致,通过角膜像差的测量来代表人眼的视觉质量是具有局限性的,因此我们希望能更充分地考虑人眼整体像差成分中的交互作用以便对手术效果的影响作更详细地分析。

参考文献

- 1 Al-Zeraid FM, Osuagwu UL. Induced Higher-order aberrations after Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) Performed with Wavefront-Guided IntraLase Femtosecond Laser in moderate to high Astigmatism. *BMC Ophthalmol* 2016;16:29
- 2 Eydelman M, Hilmantel G, Tarver ME, et al. Symptoms and Satisfaction of Patients in the Patient-Reported Outcomes with Laser in situ Keratomileusis (PROWL) Studies. *JAMA Ophthalmol* 2017;135(1):13-22
- 3 Bower KS, Sia RK, Ryan DS, et al. Chronic dry eye in photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: Manifestations, incidence, and predictive factors. *J Cataract Refract Surg* 2015;4(12):2624-2634
- 4 The definition and classification of dry eye disease; report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye Workshop (2007). *Ocul Surf* 2007;5(2):75-92
- 5 谭小波,石晶,付笑笑,等.小牛血去蛋白提取物眼用凝胶与玻璃酸钠滴眼液防治 LASIK 术后干眼疗效对比. *眼科新进展* 2014;34(7):651-654
- 6 Miller KL, Walt JG, Mink DR, et al. Minimal clinically important

- difference for the ocular surface disease index. *Arch Ophthalmol* 2010;128(1):94-101
- 7 Chalita MR, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual acuity and symptoms. *Ophthalmol Clin North Am* 2004;17(2):135-142
 - 8 王雁,赵堪兴.角膜屈光手术后的高阶像差与视觉质量. *中华眼科杂志* 2011;47(7):664-668
 - 9 苏锐锋,苏乐琪,郭立涛,等.青年近视患者 LASIK 术后远期干眼随访研究. *眼科新进展* 2017;37(8):751-754
 - 10 武彬,孔璐,张劲松. LASIK 术后全眼和角膜前表面球面像差的变化. *眼科新进展* 2008;28(1):49-51
 - 11 Lombardo M, Lombardo G. Wave aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(2):313-331
 - 12 Koh S. Mechanisms of Visual Disturbance in Dry Eye. *Cornea* 2016;35 Suppl 1:S83-S88
 - 13 Jung HH, Ji YS, Oh HJ, et al. Higher order aberrations of the corneal surface after laser subepithelial keratomileusis. *Korean J Ophthalmol* 2014;28(4):285-291
 - 14 李玉珍,魏锐利,朱煌,等. LASIK 和 LASEK 术后人眼波前像差的影响因素. *第二军医大学学报* 2006;27(4):440-442
 - 15 Quinto GG, Camacho W, Behrens A. Postrefractive surgery dry eye. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19(4):335-341
 - 16 Oshika T, Tokunaga T, Samejima T, et al. Influence of pupil diameter on the relation between ocular higher-order aberration and contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1334-1338
 - 17 Lu N, Lin F, Huang Z, et al. Changes of Corneal Wavefront Aberrations in Dry Eye Patients after Treatment with Artificial Lubricant Drops. *J Ophthalmol* 2016;2016:1342056