

# 利用眼反应分析仪评估 FS-LASIK 和 LASEK 术后角膜生物力学稳定性

康 杨, 胡 琦, 李 雪, 吴 琼, 杨 帆, 周文艳

**基金项目:** 黑龙江省卫生厅科研课题 (No. 2016-034)  
**作者单位:** (150001) 中国黑龙江省哈尔滨市, 哈尔滨医科大学附属第一医院眼科医院视光学中心  
**作者简介:** 康杨, 毕业于哈尔滨医科大学, 在读博士, 主治医师, 研究方向: 角膜屈光手术。  
**通讯作者:** 胡琦, 毕业于暨南大学, 博士, 主任医师, 副院长, 眼科视光学中心主任, 研究方向: 角膜屈光手术. huqi5115@sina.com  
**收稿日期:** 2018-04-10 **修回日期:** 2018-09-26

## Comparison on biomechanical stability between femtosecond laser assisted LASIK and LASEK with ocular response analyzer

Yang Kang, Qi Hu, Xue Li, Qiong Wu, Fan Yang, Wen-Yan Zhou

**Foundation item:** Scientific Research Project of Heilongjiang Provincial Health Department (No. 2016-034)  
Ophthalmology and Optometry Center, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

**Correspondence to:** Qi Hu. Ophthalmology and Optometry Center, The First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China. huqi5115@sina.com  
Received: 2018-04-10 Accepted: 2018-09-26

### Abstract

• **AIM:** To compare the difference of biomechanical stability after a femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis (FS - LASIK) and laser - assisted subepithelial keratomileusis (LASEK) by ocular response analyzer (ORA).

• **METHODS:** This prospective study was conducted at the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, and myopic patients with the equivalent sphere between -2.00 and -5.00 diopters from January 2016 and December 2017 were enrolled. All the subjects were divided into FS - LASIK and LASEK group respectively according to different surgical methods. There were 64 patients (100 eyes) participated in the FS - LASIK group while 53 patients (100 eyes) in the LASEK surgery group. Corneal hysteresis value (CH) and corneal resistance factor value (CRF) were measured pre-, 1mo and 3mo postoperation of all the subjects. And the variance analysis of two groups was repeated to compare the overall difference between the two modes of operation from pre-operation to post operation.

• **RESULTS:** The CH and CRF value of the two groups were different before and after operation ( $P < 0.05$ ). The comparison results of repeated measurements showed that the CH value and CRF value of the surgical methods were reduced in 1 and 3mo after operation, respectively, and there was significance ( $P < 0.05$ ). The CH and CRF of FS - LASIK group was lower than LASEK group only in 1mo after the operation ( $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Both surgeries could affect the biomechanical stability of cornea. From the point of view of biomechanical stability, LASEK operation is safer than FS - LASIK operation and reduces the possibility of postoperative refractive regression.

• **KEYWORDS:** ocular response analyzer; biomechanical stability; femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis; laser-assisted subepithelial keratomileusis

**Citation:** Kang Y, Hu Q, Li X, et al. Comparison on biomechanical stability between femtosecond laser assisted LASIK and LASEK with ocular response analyzer. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2018;18(11):2116-2118

### 摘要

**目的:** 利用眼反应分析仪 (ORA) 评估飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术 (FS-LASIK) 和准分子激光上皮下角膜磨镶术 (LASEK) 术后角膜生物力学稳定性的差异。

**方法:** 选取 2016-01/2017-12 于我院眼科视光学中心就诊且行 LASEK/FS-LASIK 手术的近视患者 117 例 200 眼 (等效球镜 -2.00 ~ -5.00D), 其中行 FS-LASIK 术者 64 例 100 眼 (FS-LASIK 组); 行 LASEK 术者 53 例 100 眼 (LASEK 组)。分别于术前和术后 1、3mo 采用 ORA 检测两组患者的角膜滞后量 (CH) 和角膜阻力因子 (CRF) 值, 并进行统计分析。

**结果:** 手术前后, 两组患者 CH 和 CRF 比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。术后 1、3mo, 两组患者 CH 和 CRF 均低于术前, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。术后 1mo, FS-LASIK 组患者 CH 和 CRF 均低于 LASEK 组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

**结论:** LASEK 和 FS-LASIK 两种术式均会对角膜生物力学稳定性产生一定影响, 但 LASEK 手术比 FS-LASIK 手术产生的影响更小, 更安全, 可减少术后屈光回退的可能性。

**关键词:** 眼反应分析仪; 生物力学稳定性; 飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术; 准分子激光上皮下角膜磨镶术

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2018.11.43

引用:康杨,胡琦,李雪,等. 利用眼反应分析仪评估 FS-LASIK 和 LASEK 术后角膜生物力学稳定性. 国际眼科杂志 2018; 18 (11):2116-2118

## 0 引言

准分子激光角膜屈光性手术具有良好的安全性、准确性、可预测性,深受广大眼科医师及患者的推崇。主流的手术方式分为以准分子激光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)为代表的角膜基质手术和以准分子激光上皮下角膜磨镶术(laser epithelial keratomileusis, LASEK)为代表的角膜表面切削手术两大类。由于飞秒激光制作角膜瓣相较于传统板层刀具有制瓣更安全、更均匀、可设计性更强、更稳定等优势<sup>[1]</sup>,故采用飞秒激光制作角膜瓣的 LASIK 手术,简称飞秒激光辅助的 LASIK 手术(FS-LASIK)已广泛应用于临床。但是,由于屈光手术后角膜变薄、生物力学稳定性下降导致的屈光回退,甚至角膜后表面膨隆仍是屈光手术医生须重视的问题<sup>[2]</sup>。本研究通过眼反应分析仪(ocular response analyzer, ORA)测量两种手术前后的角膜生物力学参数,分析角膜生物力学的稳定性,为屈光手术的选择提供理论依据和参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2016-01/2017-12 于我院眼科视光学中心就诊且行 LASEK/FS-LASIK 手术的近视患者 117 例 200 眼,遵循医学伦理学原则,在获得所有患者知情同意后,根据患者意愿和对术后视力恢复时间的需求及行对抗性运动的强度选择手术方式,要求术后视力恢复快的患者行 FS-LASIK 手术(FS-LASIK 组,64 例 100 眼),术后可能进行对抗性运动的患者行 LASEK 手术(LASEK 组,53 例 100 眼)。纳入标准:(1)符合 LASEK 和 FS-LASIK 手术适应证;(2)术前等效球镜度数 $-2.00 \sim -5.00\text{D}$ ;(3)术中配合良好;(4)术后裸眼视力优于术前最佳矫正视力;(5)术后 3mo 内按时随诊;(6)术后无并发症及明显不良反应。排除患眼部器质性疾病及全身免疫性疾病者。两组患者手术前后基本资料比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ,表 1),具有可比性。本研究经本院伦理委员会审批通过。

## 1.2 方法

**1.2.1 手术方法** 术前所有患者均知情同意并签署知情同意书。FS-LASIK 组患者采用德国鹰视飞秒激光 FS200 制作角膜瓣后行标准的 LASIK 手术,利用 EX500 准分子激光机切削角膜基质。LASEK 组患者利用 0.5% 乙醇去除角膜上皮,制作角膜上皮瓣,后用准分子激光机切削角膜上皮皮下基质。所有手术均由同一名专业准分子屈光手术医师完成。术后常规护理,采用抗炎及人工泪液滴眼液点眼。LASEK 术后采用糖皮质激素点眼 3 ~ 5mo,监测眼压。

**1.2.2 检查方法** 所有患者均进行视力、眼前部裂隙灯检查、泪膜破裂时间(BUT)、综合验光、眼压、角膜地形图、Oculyzer 眼前节分析系统、角膜厚度、A 超、三面镜眼底检查、波前相差、对比敏感度等检查,所有检查均由专业眼科医师及技师完成。所有患者分别于术前、术后 1、3mo 采用 ORA 检测角膜滞后量(corneal hysteresis, CH)和角膜阻力因子(corneal resistance factor, CRF)值,测量 3 次取平均值进行统计分析。

统计学分析:采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。

计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  的形式表示,重复测量数据采用重复测量数据的方差分析,若差异有统计学意义,进一步组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内两两比较采用 SNK-*q* 检验。计数资料采用率表示,组间比较采用卡方检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者手术前后 CH 的比较** 手术前后,两组患者 CH 比较,差异有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 5.51, P_{\text{组间}} = 0.0221$ ;  $F_{\text{时间}} = 76.32, P_{\text{时间}} < 0.001$ )。术前和术后 3mo,两组患者之间 CH 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );术后 1mo,FS-LASIK 组患者 CH 低于 LASEK 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者术后 1、3mo CH 均低于术前,差异均有统计学意义( $P < 0.001$ ),但两组患者组内术后 1、3mo CH 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

**2.2 两组患者手术前后 CRF 的比较** 手术前后,两组患者 CRF 比较,差异有统计学意义( $F_{\text{组间}} = 5.58, P_{\text{组间}} = 0.0213$ ;  $F_{\text{时间}} = 135.37, P_{\text{时间}} < 0.001$ )。术前和术后 3mo,两组患者之间 CRF 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );术后 1mo,FS-LASIK 组患者 CRF 低于 LASEK 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者术后 1、3mo CRF 均低于术前,差异均有统计学意义( $P < 0.001$ ),但两组患者组内术后 1、3mo CRF 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 3。

## 3 讨论

以 LASIK 为代表的角膜基质手术和以 LASEK 为代表的角膜表面切削手术因原理不同,分别有各自的优缺点,适用于不同人群。FS-LASIK 术后视力恢复快,不适症状轻微,适合要求术后迅速恢复视力的患者,LASEK 术后视力恢复慢,术后患者角膜刺激症状较重,部分切削量较大的患者如果术后复查不够及时和规律还会出现角膜上皮雾状混浊(haze)、激素性高眼压等并发症。除考虑患者的需求外,屈光手术医生对两种手术方式的选择也是需要参考依据的。其中最需要考虑的就是术后安全性。由于两种手术方式均会切削一定厚度的角膜,因此角膜的生物力学稳定性会有不同程度的下降。FS-LASIK 手术需要利用飞秒激光制作一个角膜瓣,利用准分子激光切削角膜基质层,制作的角膜瓣会穿透角膜前弹力层,达到角膜基质,因此会使角膜前弹力层的完整性遭到破坏,而 LASEK 手术制作的是一个角膜上皮瓣,在角膜上皮下进行准分子激光的切削,该上皮瓣修复后不会破坏角膜的前弹力层,因此理论上 FS-LASIK 手术术后的生物力学稳定性会较 LASEK 术下降更多。严重的角膜生物力学稳定性下降会导致角膜后表面膨隆、角膜扩张,甚至会导致医源性圆锥角膜的发生<sup>[3]</sup>,轻度的后表面后膨隆也会产生不同程度的屈光回退,影响术后视力的稳定性。但两种手术方式术后角膜生物力学稳定性下降趋势是否有本质区别有待商榷。

传统评判准分子激光术后角膜生物力学稳定性的方法是通过眼前节分析系统<sup>[4]</sup>评估角膜变形、角膜后表面凹凸等情况,该系统通过对角膜形态进行 360°全方位重复照相,获得角膜前后表面的三维空间信息,呈现出角膜前后表面高度图、屈光力图和全角膜厚度图等,通过该系统观察角膜后表面的几何学形态改变来评估术后角膜后表面发生的变化。角膜前凸表明角膜表面变形严重,说明角膜生物力学稳定性变化很大。但该系统却观察不到角膜生物力学稳定性改变的安全范围,因此不能直接证明手术

表1 两组患者基本资料比较

组别	眼数	术前等效球镜(D)	术前中央角膜厚度( $\mu\text{m}$ )	术中切削深度( $\mu\text{m}$ )	剩余角膜厚度( $\mu\text{m}$ )	矫正眼压(mmHg)		
						术前	术后1mo	术后3mo
FS-LASIK组	100	-4.68±0.34	537±36.86	73.94±5.93	342.81±37.66	14.9±2.7	13.8±2.6	14.2±2.4
LASEK组	100	-2.85±2.65	534±32.33	61.88±10.11	415.63±32.48	14.9±2.6	15.7±2.2	14.7±2.3
<i>t</i>		4.975	0.475	-7.070	10.098	0.043	0.426	0.723
<i>P</i>		2.98	0.63	2.82	1.27	0.97	0.46	0.47

表2 两组患者手术前后CH的比较 ( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)

组别	眼数	术前	术后1mo	术后3mo
FS-LASIK组	100	10.55±2.13	7.73±1.18 <sup>b</sup>	7.81±1.47 <sup>b</sup>
LASEK组	100	11.53±1.74	8.76±1.40 <sup>b</sup>	8.37±1.49 <sup>b</sup>
<i>t</i>		-2.44	-3.69	-1.46
<i>P</i>		0.1982	0.0046	0.1788

注:<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前。

表3 两组患者手术前后CRF的比较 ( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)

组别	眼数	术前	术后1mo	术后3mo
FS-LASIK组	100	10.14±2.16	7.02±1.20 <sup>b</sup>	6.78±1.55 <sup>b</sup>
LASEK组	100	11.42±1.89	7.62±1.50 <sup>b</sup>	7.27±1.32 <sup>b</sup>
<i>t</i>		-3.07	-2.06	-1.28
<i>P</i>		0.3111	0.0434	0.2383

注:<sup>b</sup>*P*<0.01 vs 同组术前。

对角膜生物力学的影响。ORA能够直接判断角膜生物力学变化,它是眼科临床用于测量眼压和矫正眼压的新型测量仪,也是目前临床首台可以活体测量角膜生物力学参数的仪器<sup>[5]</sup>。其通过双向压平过程记录角膜组织对快速空气脉冲的反应,角膜的内向与外向位移之差称为CH,CH反映的是角膜组织吸收和分散能量的能力。在圆锥角膜、Fuchs角膜营养不良和角膜屈光手术后,CH值明显较正常角膜降低<sup>[6]</sup>。由CH推算出的CRF,可以反映角膜整体硬度,CH和CRF不仅仅是对角膜组织特性的描述,更可能是对角膜厚度、曲率硬度、眼压及其它未知因素作用效应的综合体现。

有研究采用眼前节分析系统<sup>[7]</sup>和ORA<sup>[8]</sup>证明,导致角膜屈光术后角膜后表面前凸和生物力学稳定性下降最重要的因素是角膜切削量,切削量越大角膜越不稳定,发生前凸越明显。等效球镜大于-5.00D的患者行LASEK手术后可能会出现角膜雾状混浊,术后长期激素治疗还可能产生激素性高血压,因此大于-5.00D的患者不是很推荐行LASEK手术。本研究选取的两组患者等效球镜均在-2.00~-5.00D之间,两种手术方式均适合该条件的患者,两组患者之间角膜切削量无差异,去除了由于切削量的差异导致术后生物力学稳定性下降这一最重要因素。本研究发现,与术前相比,FS-LASIK和LASEK术后角膜生物力学稳定性均显著下降,这与李福生等<sup>[9]</sup>研究结果一致。同时也证明LASEK手术虽然没有破坏前弹力层,但其术后角膜生物力学稳定性同样明显降低,且术后1,3mo均较术前降低。李雪等<sup>[7]</sup>利用ORA比较FS-LASIK和板层刀制瓣的LASIK术后角膜生物力学稳定性,证明两种手术方式术后角膜生物力学稳定性基本一样。本研究利

用ORA评估FS-LASIK和LASEK术后角膜生物力学差异,发现在术后1mo两种手术方式术后患者CH和CRF是有差异的,FS-LASIK组比LASEK组患者CH、CRF更低,而到术后3mo时差异消失。故认为FS-LASIK术后早期对角膜生物力学稳定性有一过性的威胁,该威胁大于LASEK手术,但在术后3mo时两种手术方式的差异就不明显了,说明FS-LASIK术后一定时期比LASEK术后角膜生物力学稳定性下降得更多,角膜稳定性更差,产生屈光回退的可能性更大。

本研究选取屈光度-2.00~-5.00D的患者进行研究,此类患者切削的角膜厚度不多,对角膜生物力学影响较小。我们推测高度近视患者行这两种手术后角膜生物力学稳定性的差异性可能会变大,FS-LASIK术后角膜生物力学稳定性可能更差,对角膜后表面的膨隆影响更大,但需进一步研究证实。术后角膜膨隆在一定程度上不会引起医源性圆锥角膜,但角膜后表面膨隆会产生一定的屈光回退,影响术后视力的稳定性,值得临床关注。

综上所述,LASEK和FS-LASIK两种术式均会对角膜生物力学稳定性产生一定影响,但LASEK手术比FS-LASIK术产生的影响更小,更安全,可减少术后屈光回退的可能性。

#### 参考文献

- Li H, Sun T, Wang M, et al. Safety and effectiveness of thinflap LASIK using a femtosecond laser and microkeratome in the correction of high myopia in Chinese patients. *J Refract Surg* 2010;26(2):99-106
- 张巧,杜之渝. 角膜屈光术后欠矫和回退的原因及治疗方法. *眼科新进展* 2012;32(3):296-300
- Fontes BM, Ambrosio R Jr, Velarde GC, et al. Ocular response analyzer measurements in keratoconus with normal central corneal thickness compared with matched normal control eyes. *J Refract Surg* 2011;27(3):209-215
- Kamiya K, Miyata K, Tokunaga T, et al. Structural analysis of the cornea using scanning-slit corneal topography in eyes undergoing excimer laser refractive surgery. *Cornea* 2004;23(8 Suppl):S59-64
- Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(1):146-155
- Luce DA. Determining *in vivo* biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(1):156-162
- 李雪,赵延军,张丽,等. 近视眼患者LASIK和LASEK术后角膜后表面变化的比较研究. *眼科新进展* 2012;32(6):545-547
- 李仲信,李雪,杜春宇,等. 飞秒激光与角膜板层刀辅助LASIK术后早期角膜生物力学变化的比较. *国际眼科杂志* 2015;15(3):428-431
- 李福生,尹鸿芝,周跃华,等. 飞秒激光辅助LASIK术后早期角膜生物力学各指标的变化. *国际眼科杂志* 2013;13(12):2554-2556