

# 飞秒激光辅助 LASIK 术后早期角膜生物力学各指标的变化

李福生<sup>1</sup>, 尹鸿芝<sup>1</sup>, 安伟丽<sup>1</sup>, 孟玉玲<sup>1</sup>, 魏胜兰<sup>1</sup>, 汪丽<sup>1</sup>, 李美凤<sup>1</sup>, 周跃华<sup>2</sup>

作者单位:<sup>1</sup>(100062) 中国北京市, 北京茗视光眼科诊所;  
<sup>2</sup>(100730) 中国北京市, 首都医科大学附属北京同仁眼科中心  
作者简介:李福生,男,硕士,副主任医师,业务院长,研究方向:  
角膜屈光手术、角膜病。

通讯作者:周跃华,博士,主任医师,屈光矫治中心主任,研究方向:  
角膜屈光手术. YH0220@yahoo.com

收稿日期:2013-08-23 修回日期:2013-11-19

## Short-term changes of corneal biomechanical properties after FS-LASIK

Fu-Sheng Li<sup>1</sup>, Hong-Zhi Yin<sup>1</sup>, Wei-Li An<sup>1</sup>, Yu-Ling Meng<sup>1</sup>, Sheng-Lan Wei<sup>1</sup>, Li Wang<sup>1</sup>, Mei-Feng Li<sup>1</sup>, Yue-Hua Zhou<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Beijing Ming Optometric Eye Clinic, Beijing 100062, China;  
<sup>2</sup>Beijing Tongren Eye Center, Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100730, China

Correspondence to: Yue-Hua Zhou. Beijing Tongren Eye Center, Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100730, China. YH0220@yahoo.com

Received:2013-08-23 Accepted:2013-11-19

## Abstract

• AIM: To investigate the changes of corneal biomechanical properties after Femto LDV laser flapping in laser *in situ* keratomileusis (LASIK).

• METHODS: Preoperatively, 3 months, 6 months after LASIK, 93 myopia patients (186 eyes) in flapping procedure by Femto LDV laser were examined by Ocular response analyzer (ORA). The central corneal thickness (CCT) was also measured by ultrasonic pachymetry. Parameters were compared between postoperative (3 months) and preoperative, postoperative (6 months). Comparisons included the corneal thickness and corneal compensated intraocular pressure (Iopcc), Goldmann correlated IOP value (Iopg), corneal resistance factor (CRF), corneal hysteresis (CH).

• RESULTS: The CCT (447.61 ± 39.57 μm) were significantly changed comparing with preoperative (539.88 ± 29.72 μm) ( $t = -47.223$ ;  $P = 0.000$ ). The CCT of 6 months postoperative (448.78 ± 39.19 μm) was slightly thicker than that of 3 months' ( $t = 2.15$ ,  $P = 0.033$ ). Iopcc, Iopg of 3 months after LASIK (13.75 ± 2.13, 9.54 ± 2.35) mmHg were significantly changed comparing with preoperative (16.29 ± 2.88, 15.09 ± 3.29) mmHg ( $t = -13.604$ ,  $-23.594$ ;  $P = 0.000$ ,  $0.000$ ). The difference was (2.55 ± 2.25, 5.55 ±

3.21) mmHg. There were no significant changes between Iopcc, Iopg of 6 months (13.61 ± 1.96, 9.32 ± 2.07) mmHg and that of 3 months after LASIK. CRF and CH of 3 months after LASIK (6.36 ± 1.45, 7.71 ± 1.30) mmHg were significantly changed comparing with preoperative's (9.84 ± 1.99, 9.77 ± 1.56) mmHg ( $t = -24.116$ ,  $-19.171$ ;  $P = 0.000$ ,  $0.000$ ). The difference was (3.49 ± 1.97, 2.06 ± 1.47) mmHg. There were no statistical differences between 6 months (6.24 ± 1.38, 7.67 ± 1.25) mmHg and 3 months ( $t = 1.456$ ,  $0.636$ ;  $P = 0.147$ ,  $0.525$ ).

• CONCLUSION: The corneal biomechanical properties after FS-LASIK are lower than that of preoperative. Corneal biomechanics sustains steadily about 3 months after LASIK.

• KEYWORDS: femtosecond laser; corneal thickness; corneal biomechanics

Citation: Li FS, Yin HZ, An WL, et al. Short-term changes of corneal biomechanical properties after FS-LASIK. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013;13(12):2554-2556

## 摘要

目的:探讨准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)使用 Femto LDV 飞秒激光制瓣近视患者的角膜生物力学各指标的变化。

方法:选取 93 例 186 眼近视患者均行飞秒激光辅助 LASIK 术。分别于术前;术后 3,6mo 应用眼反应分析仪(ocular response analyzer, ORA)检测角膜补偿眼压(corneal compensated intraocular pressure, Iopcc)、模拟 Goldmann 眼压(Goldmann correlated IOP value, Iopg)、角膜阻力因子(corneal resistance factor, CRF)、角膜滞后量(corneal hysteresis, CH)。超声角膜厚度测量。比较术后 3mo 与术前,术后 6mo 与术后 3mo 测量值的差异。

结果:术后 3mo 中央角膜平均厚度为 447.61 ± 39.57 μm 与术前 539.88 ± 29.72 μm 比较,差异有显著统计学意义( $t = -47.223$ ,  $P = 0.000$ );术后 6mo 448.78 ± 39.19 μm 较术后 3mo 厚度差异有统计学意义( $t = 2.15$ ,  $P = 0.033$ )。术后 3mo Iopcc, Iopg 分别为 13.75 ± 2.13, 9.54 ± 2.35 mmHg 较术前 16.29 ± 2.88, 15.09 ± 3.29 mmHg 显著降低( $t = -13.604$ ,  $-23.594$ ;  $P = 0.000$ ,  $0.000$ )。Iopcc, Iopg 分别较术前降低 2.55 ± 2.25, 5.55 ± 3.21 mmHg。术后 6mo 13.61 ± 1.96, 9.32 ± 2.07 mmHg 与术后 3mo 比较差异无统计学意义( $t = -0.977$ ,  $1.447$ ,  $P = 0.33$ ,  $0.15$ )。CRF, CH 术后 3mo 测量值 6.36 ± 1.45, 7.71 ± 1.30 mmHg 较术前 9.84 ± 1.99, 9.77 ± 1.56 mmHg 显著降低( $t = -24.116$ ,  $-19.171$ ;  $P = 0.000$ ,  $0.000$ )。CRF, CH 分别较术前降低 3.49 ± 1.97, 2.06 ± 1.47 mmHg。术后 6mo 6.24 ± 1.38,

7.67±1.25mmHg 与术后 3mo 比较差异无统计学意义( $t=1.456, 0.636, P=0.147, 0.525$ )。

**结论:**飞秒激光辅助 LASIK 术对角膜生物力学有显著影响,术后角膜生物力学各指标较术前显著降低。术后 3mo 内生物力学各指标基本稳定。

**关键词:**飞秒激光;角膜厚度;角膜生物力学

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2013.12.60

**引用:**李福生,尹鸿芝,安伟丽,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

## 0 引言

准分子激光角膜原位磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)是目前矫治近视安全、有效的方法之一<sup>[1]</sup>。角膜瓣制作是 LASIK 术中关键性的步骤,飞秒激光为角膜瓣的制作提供更为安全、可靠的保证<sup>[2]</sup>。近年来,LASIK 术后屈光回退问题依然存在,角膜膨隆是屈光回退重要因素<sup>[3]</sup>。术后角膜的生物力学稳定性越来越引起关注。眼反应分析仪(ocular response analyzer, ORA)是目前能度量角膜生物力学属性的仪器之一<sup>[4]</sup>。本文采用 ORA 对飞秒辅助 LASIK 手术患者术前、术后测量比较,来了解接受该术式患者的角膜生物力学各指标的动态变化,为临床提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2011-11/2012-12 在本眼科就诊的近视患者共 93 例 186 眼,男 29 例 58 眼,女 64 例 128 眼,年龄 18~47(26±7)岁,等效球镜近视度数-1.75~-14.00(-6.71±2.97)D,散光度数 0.00~-2.75D。术前均行常规眼部检查和 ORA 检查及超声角膜测厚等,排除眼器质性病变及眼部手术史等,所有患者均符合手术适应证。

## 1.2 方法

**1.2.1 手术方法** 所有患者均采用瑞士达芬奇飞秒激光(Femtosecond Laser LDV)制作角膜瓣,频率 5MHz,单眼制瓣过程 22s,术中负压吸引约 30mmHg(1kp=7.5mmHg)。设定角膜瓣切削厚度 110 $\mu$ m,蒂位于上方,制瓣后均行标准 LASIK 术,采用美国 VISX S4 IR 准分子激光机。手术均由一名熟练屈光手术医师完成。

**1.2.2 检查仪器及方法** ORA 检查:额头靠紧额托,眨眼后注视机器孔内绿色固视灯。测压头对准角膜后自动发出一股柔和脉冲气流,选择波形得分最高留存分析。应用 A 型超声(TOMEY SP3000)对患者角膜测量。测量时间分别于术前;术后 3,6mo,检查均由一名熟练技师操作。

统计学分析:使用 PASW Statistics 18.0(SPSS)软件包对 ORA 和 A 超所测量数据进行配对样本  $t$  检验。切削厚度量分别与术后 3mo 角膜阻力因子(corneal resistance factor, CRF)和角膜滞后量(corneal hysteresis, CH)的改变量进行 Pearson 相关分析,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 角膜厚度及 ORA 测量值变化** 各测量值术后 3mo 与术前比较,差异有显著统计学意义( $P<0.05$ );较术前显著降低。除角膜厚度外,其余测量值术后 6mo 与术后 3mo 比较差异无统计学意义(表 1)。

**2.2 角膜厚度切削量与术后 3mo 比较** CRF 和 CH 改变量 Pearson 相关分析 厚度切削量(92.27±26.65) $\mu$ m 与 CRF(3.49±1.97)mmHg、CH(2.06±1.47)mmHg 降低值呈正相关( $r=0.382, 0.307; P=0.000$ )。

## 3 讨论

LASIK 术是目前矫治近视安全、有效的主流手术之一。部分患者仍然存在术后屈光回退问题,角膜膨隆是导致屈光回退的重要因素。角膜组织由复杂生物力学复合材料组成,是人体典型的黏弹性组织,术后角膜生物力学严重改变将引起角膜扩张这一严重并发症<sup>[5]</sup>。ORA 采用动态双向压平原理,在测量时记录了角膜内向和反弹复原时的二次压平,从而检测出个体角膜的生物特性和滞后值,对于屈光术后提供详尽的眼压测量值和反映角膜生物力学特性的重要指标<sup>[6]</sup>。

屈光术后因患者角膜厚度降低,眼压测量值均低于术前。高度近视本身为青光眼的高危因素,对于存在青光眼的近视患者寻找适宜的眼压测量方法显得尤为重要。Goldmann 压平眼压计被认为是眼压测量的金标准<sup>[7]</sup>。ORA 角膜生物力学分析仪,动态的记录分析角膜受压改变形态、形态还原过程中生物力学改变的仪器,同时包括眼压值的测量,为非接触性、无损伤测量,较 Goldmann 压平眼压计使用更为便捷。除了重要参数包括 IOPcc(角膜补偿眼压)、IOPg(Goldmann 相关眼压)外,还提供了个体角膜的生物特性和滞后值。IOPcc 是根据 CH 所得信息对 IOP 进行校正所得的眼压值。IOPg 类似于传统 Goldmann 眼压计获得的眼压值。LASIK 术后由于角膜生物力学改变影响眼压的测量<sup>[8]</sup>。本研究中, Iopcc, Iopg 术后 3mo 测量值较术前显著降低,术后 6mo 与术后 3mo 无显著变化。术后 3mo Iopcc, Iopg 测量值较术前明显降低,降低值分别为 2.54±2.25, 5.55±3.21mmHg。尽管 ORA 眼压测量值经过系统校正并补偿角膜厚度影响,同时存在众多优势,但 FS-LASIK 术后 ORA 眼压测量值存在低估,术后测量值明显低于术前。所以,对于术后复诊患者 ORA 测量 Iopcc, Iopg 值应进行针对屈光术后人群进一步软件校正,以免漏诊屈光术后的潜在的原发性青光眼或激素性青光眼患者。

屈光术后角膜生物力学的改变,除了受角膜瓣厚度影响外,与角膜基质床切削量亦相关。有学者实验证实飞秒激光制作的角膜瓣越厚对于角膜生物力学影响越明显<sup>[9]</sup>。飞秒激光制作角膜瓣因具有良好的可预测性<sup>[10]</sup>,可以对残留角膜床厚度(>250 $\mu$ m)有良好预测,目前公认剩余基质床厚度至少 250 $\mu$ m 以上为安全<sup>[11]</sup>。所以,本组病例角膜瓣厚度设定为 110 $\mu$ m,避免角膜瓣过厚产生对角膜生物力学的影响。CH(角膜阻尼)是角膜吸收和分散能量的能力,反映角膜生物力学特性的重要指标。飞秒 LASIK 术 CH 值降低少于普通 LASIK<sup>[12]</sup>,在对角膜生物力学影响方面突显飞秒激光制瓣的优势。屈光角膜手术是通过准分子激光精确切削一定量的角膜厚度来改变角膜屈光度来矫治近视。本研究结果显示飞秒激光制瓣的 LASIK 术后 3,6mo ORA 测量值均显著低于术前,与其它研究结果基本一致<sup>[13,14]</sup>。屈光术后角膜生物力学降低与角膜切削量相关<sup>[15,16]</sup>。所以,除了角膜瓣厚度外,角膜切削量是影响角膜生物力学的另一个重要因素。

表1 角膜厚度及ORA测量值术后3mo与术前,术后6mo与术后3mo比较

	中央角膜 厚度(μm)	角膜补偿 眼压(mmHg)	Goldmann相关 眼压(mmHg)	角膜阻力因 子(mmHg)	角膜滞后 量(mmHg)
术前	539.88±29.72	16.29±2.88	15.09±3.29	9.84±1.99	9.77±1.56
术后3mo	447.61±39.57	13.75±2.13	9.54±2.35	6.36±1.54	7.71±1.30
术后6mo	448.78±39.19	13.61±1.96	9.32±2.07	6.24±1.38	7.67±1.25
差值	92.27±26.65 <sup>a</sup> , -1.18±7.47 <sup>b</sup>	2.55±2.25 <sup>a</sup> , 0.14±2.02 <sup>b</sup>	5.55±3.21 <sup>a</sup> , 0.22±2.10 <sup>b</sup>	3.49±1.97 <sup>a</sup> , 0.11±1.06 <sup>b</sup>	2.06±1.47 <sup>a</sup> , 0.04±0.93 <sup>b</sup>
t	-47.223 <sup>a</sup> , 2.15 <sup>b</sup>	-13.604 <sup>a</sup> , -0.977 <sup>b</sup>	-23.594 <sup>a</sup> , 1.447 <sup>b</sup>	-24.116 <sup>a</sup> , 1.456 <sup>b</sup>	-19.171 <sup>a</sup> , 0.636 <sup>b</sup>
P	0.000 <sup>a</sup> , 0.033 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup> , 0.33 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup> , 0.15 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup> , 0.147 <sup>b</sup>	0.000 <sup>a</sup> , 0.525 <sup>b</sup>

a:术后3mo与术前比较;b:术后6mo与术前3mo比较。

角膜生物力学在术后短期内趋于稳定。本研究发现术后6mo与术后3mo生物力学各指标无明显差异,证实术后3mo后角膜生物力学趋于稳定。说明角膜基质修复在术后3mo已基本完成。本研究中,角膜厚度术后6mo较术后3mo有变化,厚度变化已很小。有学者认为LASIK术后早期通过降低眼压有利于稳定屈光度与角膜生物力学<sup>[17]</sup>。通过以上研究,认为术后3mo内应用降眼压药物对于稳定角膜生物力学更有效。

综上所述,FS-LASIK术后角膜生物力学指标降低,生物力学指标降低与角膜切削量相关,术后3mo后生物力学各指标趋于稳定。ORA在FS-LASIK术后眼压测量值存在低估,需进一步校正。

参考文献

- 王勤美. 屈光手术学. 北京:人民卫生出版社 2004;100
- Li H, Sun T, Wang M, et al. Safety and effectiveness of thin-flap 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
- Luce DA. Determining *in vivo* biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(1):156-162
- Ambrósio R Jr, Dawson DG, Salomao M, et al. Corneal ectasia after LASIK despite low preoperative risk: tomographic and biomechanical findings in the unoperated, stable, fellow eye. *J Refract Surg* 2010;26(11):906-911
- Shin J, Kim TW, Park SJ, et al. Changes in biomechanical properties of the cornea and intraocular pressure after myopic laser *in situ* keratomileusis using a femtosecond laser for flap creation determined

using ocular response analyzer and goldmann applanation tonometry. *J Glaucoma* 2013. Epub 2013 Jun 25.

- Troost R, Vogel A, Beck S, et al. Clinical comparison of two intraocular pressure measurement methods: SmartLens dynamic observing tonography versus Goldmann. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2001;239(12):889-892
- Chen S, Chen D, Wang J, et al. Changes in ocular response analyzer parameters after LASIK. *J Refract Surg* 2010;26(4):279-288
- Medeiros FW, Sinha-Roy A, Alves MR, et al. Biomechanical corneal changes induced by different flap thickness created by femtosecond laser. *Clinics (Sao Paulo)* 2011;66(6):1067-1071
- 李福生,张晶,尹鸿芝,等. 两种不同制瓣方式对LASIK术角膜瓣厚度的影响. *国际眼科杂志* 2012;12(6):1056-1058
- Ou RJ, Shaw EL, Glasgow BJ. Keratoectasia after laser *in situ* keratomileusis (LASIK): evaluation of the calculated residual stromal bed thickness. *Am J Ophthalmol* 2002;134(5):771-773
- Hamilton DR, Johnson RD, Lee Bourla N. Differences in the corneal biomechanical effects of surface ablation compared with laser *in situ* keratomileusis using a microkeratome or femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(12):2049-2056
- 倪寿翔,郁继国,包芳军,等. 近视LASIK术后角膜生物力学参数变化的相关性. *国际眼科杂志* 2010;10(12):2305-2307
- Chen MC, Lee N, Bourla N, et al. Corneal biomechanical measurements before and after laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(11):1886-1891
- 李福生,尹鸿芝,魏胜兰,等. 飞秒激光LASIK术后角膜生物力学各指标和眼压改变. *眼科新进展* 2013;33(2):175-177
- 祖培培,王雁,吴迪,等. 角膜屈光手术后早期角膜生物力学特性变化研究. *中华实用眼科杂志* 2013;31(7):866-871
- 李蓉,许艳,张丰菊,等. 准分子激光角膜原位磨镶术后早期应用卡替洛尔滴眼液对屈光状态的影响. *眼科* 2013;22(1):49-52