

飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学的改变

聂新钢¹, 黄琰霞², 何颖颖², 董波丽²

作者单位:(471009)中国河南省洛阳市中心医院¹准分子激光中心;²眼科

作者简介:聂新钢,男,主治医师,研究方向:角膜病、眼屈光。

通讯作者:聂新钢. nn51139@163.com

收稿日期:2017-10-22 修回日期:2018-01-04

Corneal biomechanics changes after femtosecond laser LASIK surgery

Xin-Gang Nie¹, Yan-Xia Huang², Ying-Ying He², Bo-Li Dong²

¹Department of Excimer Laser Surgery; ²Department of Ophthalmology, Luoyang Central Hospital, Luoyang 471009, Henan Province, China

Correspondence to: Xin-Gang Nie. Department of Excimer Laser Surgery, Luoyang Central Hospital, Luoyang 471009, Henan Province, China. nn51139@163.com

Received: 2017-10-22 Accepted: 2018-01-04

Abstract

• AIM: To investigate the changes of corneal biomechanical indexes after femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis (LASIK), so as to provide theoretical basis for the safety study of femtosecond laser LASIK.

• METHODS: Totally 85 myopia patients (170 eyes) treated in our hospital from June 2014 to June 2016 were selected and underwent femtosecond laser LASIK surgery. The medical records of patients met the inclusion criteria were retrospectively analyzed. Corneal compensated intraocular pressure (IOPcc) and corneal resistance factor (CRF), corneal hysteresis (CH) and Goldmann correlated to IOP value (IOPg) before operation, and at 3 and 6mo after surgery were measured by the ocular response analyzer, and central corneal thickness was measured by A type ultrasonic measuring instrument.

• RESULTS: At postoperative 3 and 6mo, central corneal thickness was sharply lower than that before surgery, with a statistical significance ($P < 0.05$); postoperative IOPcc, CRF, CH, IOPg and other corneal biomechanical parameters decreased distinctively, with statistical meaning ($P < 0.05$); data at postoperative 3 and 6mo showed no evident differences ($P > 0.05$); the cornea cutting thickness was $98.67 \pm 7.56 \mu\text{m}$, CH and CRF variation were $3.40 \pm 0.34 \text{mmHg}$, $3.55 \pm 0.43 \text{mmHg}$ respectively, the cornea cutting thickness was positively

correlated with CH, CRF variation ($r = 0.232, 0.254$; $P < 0.001$).

• CONCLUSION: Femtosecond laser LASIK can apparently reduce corneal thickness as well as the corneal biomechanical indexes, the data at postoperative 3mo tends to be stable.

• KEYWORDS: femtosecond laser; laser-assisted *in situ* keratomileusis; corneal biomechanics

Citation: Nie XG, Huang YX, He YY, et al. Corneal biomechanics changes after femtosecond laser LASIK surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2018;18(2):390-392

摘要

目的:探讨飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学指标的改变,为飞秒激光 LASIK 术的安全性研究提供理论依据。

方法:选取 2014-06/2016-06 于我院行手术治疗的 85 例 170 眼近视患者,所有患者均采用飞秒激光 LASIK 术治疗,对符合纳入标准的病历资料进行回顾性分析。术前和术后 3、6mo 采用眼反应分析仪测量角膜补偿眼压 (corneal compensated intraocular pressure, IOPcc)、角膜阻力因子 (corneal resistance factor, CRF)、角膜滞后量 (corneal hysteresis, CH) 以及模拟 Goldmann 眼压 (Goldmann correlated IOP value, IOPg),采用 A 型超声测量仪测量中央角膜厚度。

结果:术后 3、6mo 中央角膜厚度显著低于术前,差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后 3、6mo 时 IOPcc、CRF、CH、IOPg 等角膜生物力学指标均显著低于术前,差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后 3、6mo 各指标比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 角膜切削厚度为 $98.67 \pm 7.56 \mu\text{m}$, CH 和 CRF 变化量分别为 $3.40 \pm 0.34 \text{mmHg}$, $3.55 \pm 0.43 \text{mmHg}$, 角膜切削厚度与 CH、CRF 变化量呈明显正相关 ($r = 0.232, 0.254, P < 0.001$)。

结论:飞秒激光 LASIK 术后角膜厚度显著降低,术后各项角膜生物力学指标均显著下降,且 3mo 后基本趋于稳定。

关键词:飞秒激光; LASIK 术; 角膜生物力学

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2018.2.49

引用:聂新钢,黄琰霞,何颖颖,等. 飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学的改变. 国际眼科杂志 2018;18(2):390-392

0 引言

飞秒激光是以脉冲形式发射的一种激光,持续时间只有几个飞秒 (femtosecond, fs) ($1 \text{fs} = \text{千万亿分之一秒}$),是人类在已有的实验条件下能够获得的最短脉冲。目前飞秒激光在眼科手术中广泛运用,于波前像差技术之后

在屈光手术中运用广泛,但临床上只通过飞秒激光技术是难以获得完美视力的^[1]。是否选择 LASIK 手术还应考虑到手术医师的经验、手术和检查设备、就诊医院的服务理念、手术室条件等综合因素,同时患者的个体差异性也是完美视力获得的重要条件之一^[2]。近年来,飞秒激光在近视的临床治疗上逐渐普及,选择这种方式进行视力恢复的患者数量逐年上升,但术后患者视力稳定性和屈光回退受到人们越来越多的关注,有报道^[3]认为角膜膨隆是引起屈光回退的主要原因之一。因此,研究术后角膜生物力学的改变受到屈光医师越来越多的重视。眼反应分析仪(ocular response analyzer,ORA)是当前量化角膜生物力学的仪器之一^[4]。本文探讨飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学指标的改变,为飞秒激光 LASIK 术的安全性研究提供理论依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2014-06/2016-06 于我院行手术治疗的 85 例 170 眼近视患者,所有患者均采用飞秒激光 LASIK 术治疗,对符合纳入标准的病历资料进行回顾性分析。所有患者中男 49 例 98 眼,女 36 例 72 眼;年龄 19 ~ 45 (平均 26.66 ± 3.23) 岁;等效球镜近视度数 -1.75 ~ -13.50 (平均 -6.78 ± 2.32) D;散光度数 0.00 ~ -2.75 (平均 -1.25 ± 0.34) D。纳入标准:自愿接受手术,术前矫正视力 ≥ 0.6,屈光度稳定至少 2a;停止带软性角膜镜至少 1wk,停止带硬性角膜镜至少 3wk;无明显术后不良反应及并发症;病历资料完整。排除标准:术前均进行常规眼部检查、超声角膜测厚仪以及 ORA 检查,排除有眼部器质性疾病者;眼部手术史。

1.2 方法 所有患者均使用飞秒激光进行角膜瓣制作,频率为 5MHz,单眼制瓣时间为 22s,手术过程中采用约 30mmHg (1mmHg = 0.133kPa) 的负压吸引。角膜瓣切削厚度设定为 110μm,蒂位于上方,制瓣后所有患眼进行标准 LASIK 术,采用准分子激光机,手术均由我院两位经验丰富的屈光手术医师完成。对所有患者均进行跟踪随访,术前和术后 3、6mo 采用眼反应分析仪测量相关角膜生物力学指标。ORA 检查:嘱咐患者额头紧靠额托,在眨眼后直视机器孔内绿色固视灯,测压头对准角膜,发射出一束柔和的脉冲气流,选择波形得分最高的进行留存分析。采用 A 型超声测量患者角膜。于术前和术后 3、6mo 采用眼反应分析仪测量角膜补偿眼压(IOPcc)、角膜阻力因子(CRF)、角膜滞后量(CH)以及模拟 Goldmann 眼压(IOPg),采用超声角膜厚度测量仪测量中央角膜厚度。

统计学分析:所有病历资料由专业工作人员收集、整理,经校正后完整记录于数据库内,录入 SPSS19.00 软件进行比较分析,性别比例等计数资料以百分比(%)形式表示,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,单因素分析采用重复测量方差分析,不同时间比较采用独立样本 *t* 检验,两两比较采用 LSD-*t* 检验,相关性分析采用 Pearson 相关分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术前后角膜生物力学指标变化 术后 IOPcc、CRF、CH、IOPg 等角膜生物力学指标均显著降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);术后 3、6mo 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。

表 1 手术前后角膜生物力学指标变化 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)

时间	IOPcc	CRF	CH	IOPg
术前	16.56 ± 2.55	9.78 ± 1.32	9.76 ± 1.23	14.34 ± 2.33
术后 3mo	13.89 ± 2.21	6.34 ± 1.27	6.43 ± 1.14	10.34 ± 2.43
术后 6mo	13.67 ± 2.14	6.23 ± 1.22	6.36 ± 1.12	10.14 ± 2.32
<i>t</i> _{术前 vs 术后 3mo}	7.913	18.780	19.856	11.882
<i>P</i> _{术前 vs 术后 3mo}	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>t</i> _{术前 vs 术后 6mo}	8.681	19.750	20.439	12.746
<i>P</i> _{术前 vs 术后 6mo}	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>F</i>	16.55	16.67	14.67	14.87
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 手术前后中央角膜厚度比较 手术前后中央角膜厚度值分别为:术前 541.23 ± 32.22μm,术后 3mo 为 445.65 ± 28.23μm,术后 6mo 为 442.56 ± 27.23μm。术后 3、6mo 中央角膜厚度显著低于术前,差异有统计学意义($P < 0.05$);术后 3、6mo 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.3 角膜切削厚度与 CH 和 CRF 变化量的相关性 角膜切削厚度为 98.67 ± 7.56μm,CH 和 CRF 变化量分别为 3.40 ± 0.34mmHg、3.55 ± 0.43mmHg,角膜切削厚度与 CH、CRF 变化量呈明显正相关($r = 0.232, 0.254, P < 0.001$)。

3 讨论

飞秒激光 LASIK 术治疗近视主要包括两个原理:(1)光传输原理:术前将患眼蒂的大小和宽度、角膜瓣的直径、激光聚焦的深度、激光切削的能量等录入电脑。医师操控飞秒激光机,角膜用锥镜固定,从而精确激光头至角膜组织中激光聚焦点的距离^[5]。(2)光爆破原理:激光脉冲于角膜组织中聚集,产生每一个光爆破便会产生一个微离子,能够蒸发 1μm 左右的角膜组织,产生扩展 CO₂ 气泡以及水泡被角膜所吸收,因此达到分离角膜组织的作用^[6]。光学传输系统通过电脑控制产生数以万计的激光脉冲,按照光栅模式聚焦于同一深度产生光爆破,于角膜中形成一层直径较小的气泡,最终分离角膜组织,相应分离面形成,即激光切削面。但临床观察发现,应用飞秒激光导致角膜瓣游离、角膜瓣形成不全等瓣源性并发症发生率降低,但因手术操作造成的角膜膨隆逐渐受到眼科医生的重视,主要原因是过多的角膜基质切削引起的角膜生物力学变化^[7]。角膜是一种活体生物组织,描述其特性的指标除了角膜曲率、厚度等形态学指标外,还应包括各向异性、非线性、黏弹性等生物力学特性。角膜内部结构的各向异性一定程度上决定了角膜扩张性疾病以及部分角膜屈光手术后角膜形状变化程度^[8]。ORA 是当前临床上常用的活体测量角膜生物力学参数的仪器之一,能够进一步完善角膜屈光手术的疗效。

在以往的临床应用中,飞秒激光 LASIK 术后 250μm 的剩余角膜基质厚度长期以来被认为是手术是否能安全进行的“金标准”^[9]。然而,众多医生报道了一些符合此标准的患者但术后出现角膜扩张的病例,并提出剩余角膜基质厚度 250μm 在维持角膜生物力学的稳定性是不够的^[10]。本研究结果显示角膜切削厚度为 98.67 ± 7.56μm,CH、CRF 变化量分别为 3.40 ± 0.34mmHg、3.55 ± 0.43mmHg,角膜切削厚度与 CH、CRF 变化量呈明显正相关,则可认为角膜切削厚度越大,CH 和 CRF 等变

化越明显,生物力学降低与角膜切削厚度有关^[11]。众多报道均证实屈光术后患者眼压、角膜厚度均会有所降低^[12]。Goldmann 压平眼压计是目前测量眼压的金标准,ORA 角膜生物力学分析仪能够对角膜受压后的形态改变以及形态的还原过程中生物力学的变化进行动态记录,同时也包括测量眼压值,具有无损伤、非接触性的测量优点^[13]。测量手术前后角膜生物力学指标发现,术后 IOPcc、CRF、CH、IOPg 等角膜生物力学指标均显著降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);术后 3、6mo 各指标比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),直接表明飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学的显著变化。

有报道^[14]认为,屈光手术后角膜生物力学的变化不但受到角膜瓣厚度的影响,还与角膜基质床切削量具有一定的关系。有研究^[15]认为,飞秒激光形成的角膜瓣越厚,改变角膜生物力学的幅度越大,角膜瓣采用飞秒激光制作具有良好的可预测性。虽然飞秒激光 LASIK 术后角膜生物力学具有显著的改变,但这种改变能在短期内趋于稳定,本研究结果显示,各项角膜生物力学指标术后 3mo 便已趋于稳定,这也表明角膜基质修复在 3mo 内已基本完成。

综上所述,飞秒激光 LASIK 术后角膜厚度显著降低,术后各项角膜生物力学指标均显著下降,且 3mo 后基本趋于稳定。

参考文献

- 1 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的改变. 眼科新进展 2013;33(2):175-177
- 2 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
- 3 王敏,蔡劲峰,芮燕君,等. 飞秒 SMILE 与飞秒 LASIK 术后远期泪

膜与角膜稳定性的比较研究. 国际眼科杂志 2016;16(12):2288-2291

- 4 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
- 5 李晶,魏升升,万雅群,等. 飞秒激光制瓣 LASIK 手术后角膜生物力学变化研究. 国际眼科杂志 2017;17(2):195-199
- 6 刘扬扬,何伟,徐玲,等. 睑板腺功能障碍患者飞秒激光 LASIK 术后 DLK 发生率相关性研究. 国际眼科杂志 2017;17(1):180-183
- 7 李华,王雁,窦瑞,等. 不同侧切角对飞秒激光辅助的 LASIK 术后角膜生物力学影响的对比研究. 中华眼科杂志 2017;53(1):23-32
- 8 张印博,康焕君,董兴国,等. 矢量分析法评价眼内散光对飞秒激光 LASIK 治疗散光的影响. 眼科新进展 2017;37(4):376-378
- 9 Li H, Wang Y, Dou R, et al. Comparison of the effects of different side-cut angles on corneal biomechanical properties after femtosecond laser assisted-laser in situ keratomileusis. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2017;53(1):23-32
- 10 危平辉,王雁,李华,等. 近视眼飞秒激光小切口角膜透镜取出术前后角膜体积变化与角膜生物力学改变的关联性. 中华实验眼科杂志 2017;35(2):146-150
- 11 李晶,刘建国,魏升升,等. 准分子激光原位角膜磨镶术后远期角膜生物力学变化研究. 中国实用眼科杂志 2016;34(3):231-235
- 12 Zhang J, Zheng L, Zhao X, et al. Corneal biomechanics after small-incision lenticule extraction versus Q-value-guided femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis. *J Curr Ophthalmol* 2016;28(4):181-187
- 13 危平辉,王雁,李华,等. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术光学学区大小对角膜生物力学特性影响的研究. 中华眼科杂志 2017;53(3):182-187
- 14 吴东芳,邓应平,张小兰,等. 圆锥角膜与 LASIK 术后角膜生物力学变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2014;16(3):163-166
- 15 Wang D, Liu M, Chen Y, et al. Differences in the corneal biomechanical changes after SMILE and LASIK. *J Refract Surg* 2014;30(10):702-707