

# 虹膜定位对飞秒联合波前像差引导 LASIK 治疗近视散光的疗效

林可劼, 陈 军, 林 文, 林晓冬, 周跃明, 郑两定

作者单位: (350003) 中国福建省福州市, 福州东南眼科医院  
作者简介: 林可劼, 本科, 主治医师, 研究方向: 眼视光学、屈光手术、眼底激光治疗。

通讯作者: 林可劼. emouse@163.com

收稿日期: 2016-01-30 修回日期: 2016-05-16

## Efficacy of iris location to femtosecond - combined wavefront guided LASIK for myopia and astigmatism

Ke-Jie Lin, Jun Chen, Wen Lin, Xiao-Dong Lin, Yue-Ming Zhou, Liang-Ding Zheng

Fuzhou South East Eye Hospital, Fuzhou 350003, Fujian Province, China

Correspondence to: Ke-Jie Lin, Fuzhou South East Eye Hospital, Fuzhou 350003, Fujian Province, China. emouse@163.com

Received: 2016-01-30 Accepted: 2016-05-16

### Abstract

• AIM: To observe effect of the iris location to femtosecond - combined wavefront guided LASIK for myopia and astigmatism.

• METHODS: The patients with astigmatism >1.0D during the same time and followed up for 1a were selected. A total of 129 eyes in 67 patients were treated under iris location with femtosecond - combined wavefront guided LASIK (experimental group) and 161 eyes in 82 cases with femtosecond - combined wavefront guided LASIK (control group). Laser cutting went with the same laser machine. The uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), and wavefront aberration between the two groups were compared at 1, 3, 6mo and 1a after surgery.

• RESULTS: At 1 and 3mo after surgery, the number of patients with better postoperative UCVA than preoperative BCVA between the two group showed a statistically significant difference ( $\chi^2 = 6.423, P = 0.011, \chi^2 = 14.431, P = 0.01$ ); at 1d and 1mo after surgery, the residual astigmatism showed a statistically significant difference between two groups ( $t = 1.98, P < 0.05; t = 2.23, P < 0.05$ ). At 3, 6mo and 1a after surgery, the differences on the change of residual astigmatism between the two groups weren't significant ( $P > 0.05$ ). At 6mo and 1a after surgery, the differences on UCVA between the two groups weren't significant ( $P > 0.05$ ). Until 1a after surgery, the root mean square (RMS) of high order wavefront aberration of the two groups, spherical

aberration and coma aberration (COMA) were all enhanced compared to before surgery ( $P < 0.05$ ). At 1, 3mo after surgery, the RMS showed a statistically significant difference between two groups ( $P < 0.05$ ). At 1, 3, 6mo, 1a after surgery, the increase of COMA in experimental group was significantly lower than that in control group ( $P < 0.05$ ).

• CONCLUSION: Iris location technology applied in femtosecond - combined wavefront guided LASIK for myopia and astigmatism, can make the vision recovery faster, the RMS of high order and COMA increase less, the residual astigmatism less, show better and more stable treatment effect.

• KEYWORDS: iris location; laser *in situ* keratomileusis; femtosecond laser; myopia; astigmatism; aberration

Citation: Lin KJ, Chen J, Lin W, et al. Efficacy of iris location to femtosecond - combined wavefront guided LASIK for myopia and astigmatism. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(6):1056-1059

### 摘要

目的: 虹膜定位对飞秒联合波前像差引导 LASIK 治疗近视散光疗效变化观察。

方法: 取同期进行飞秒联合波前像差引导 LASIK 治疗且柱镜 >1.0D 并有 1a 随访记录的近视患者, 飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术 (试验组) 67 例 129 眼与飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术 (对照组) 82 例 161 眼。在同一台激光机下进行激光切削。术后 1、3、6mo、1a 分别对两组患者术后裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)、电脑验光、波前像差结果对比分析。

结果: 术后 1、3mo UCVA 超过术前 BCVA 1 行者, 两组比较差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 6.423, P = 0.011; \chi^2 = 14.431, P < 0.01$ ); 术后 1d、1mo 残留散光两组比较差异均有统计学意义 ( $t = 1.98, P < 0.05; t = 2.23, P < 0.05$ ); 术后 6mo、1a UCVA 及术后 3、6mo、1a 残留散光两组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后 1a 内两组高阶像差均方根值、球差、彗差均增加, 较术前比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。术后 1、3mo 高阶像差均方根值两组比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。术后 1、3、6mo、1a 彗差的增加试验组较对照组明显减少, 两组比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

结论: 虹膜定位技术的应用在飞秒制瓣联合波前像差引导 LASIK 治疗近视散光中, 具有术后裸眼视力恢复快, 高阶像差均方根值及彗差增加较少, 残留散光少的特点, 具有更好更稳定的治疗效果。

关键词: 虹膜定位; 准分子激光原位角膜磨镶术; 飞秒激光; 近视; 散光; 像差

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.6.13

引用:林可劫,陈军,林文,等.虹膜定位对飞秒联合波前像差引导 LASIK 治疗近视散光的疗效.国际眼科杂志 2016;16(6):1056-1059

## 0 引言

随着激光角膜屈光手术以及相关技术的不断发展,特别是飞秒(femtosecond)激光制作角膜瓣辅助波前像差引导技术的日渐普及,手术的安全性、有效性得到更深入地研究,术后高阶像差的增加是引起视觉质量下降的主要原因<sup>[1]</sup>,虹膜定位飞秒制瓣联合波前像差引导的准分子激光原位角膜磨镶术(iris localization wavefront guided femtosecond laser assisted laser *in situ* keratomileusis, IR-FS-LASIK)可以提高术后的对比敏感度,能显著降低术后高阶像差的引入从而提高患者术后视觉质量<sup>[2]</sup>。但是还有部分近视散光患者术后会残留一定的散光度数,从而影响手术效果。其中一个重要原因是手术过程中患者体位的变化使眼球发生了旋转而影响了散光的矫正,从而引入部份高阶像特别是彗差的改变较为明显。有文献报道偏中心切削和眼球自旋会导致疗效和视觉质量的下降<sup>[3]</sup>。现将我院于2011-10/2014-05以来中高度近视散光分别行飞秒激光制瓣后启动虹膜定位成功联合波前像差引导准分子激光原位角膜磨镶术(试验组)与飞秒制瓣未启动虹膜定位联合波前像差引导的准分子激光原位角膜磨镶术(对照组)术后患者视觉质量及全眼高阶像差的变化进行回顾性分析,现将结果总结报告如下。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取2011-10/2014-05以来在本院接受飞秒制瓣联合波前像差引导的准分子激光原位角膜磨镶术的中高度近视散光(柱镜-1.0D以上),临床观察1a以上有完整随访记录患者149例290眼进行研究。将其按是否应用虹膜定位技术分成试验组67例129眼,年龄18~44(平均 $24.46 \pm 5.69$ )岁;术前球镜-0.50~-10.25(平均 $-5.70 \pm 1.97$ )D;柱镜-1.00~-5.75(平均 $-1.69 \pm 0.83$ )D;最佳矫正视力0.6~1.2。对照组82例161眼,年龄17~45(平均 $24.85 \pm 5.79$ )岁;术前球镜-0.25~-11.75(平均 $-5.76 \pm 2.44$ )D;柱镜-1.00~-6.00(平均 $-1.75 \pm 0.86$ )D;最佳矫正视力0.6~1.2。两组术前年龄、球镜、柱镜、高阶像差值,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。

**1.2 方法** 手术前常规检查:包括裸眼视力、矫正视力、检影验光、电脑验光、睫状肌麻痹下主觉验光,非接触眼压计测量眼压、角膜地形图、超声波角膜测厚、波阵面像差仪检查等。波前像差检查患者不需散瞳,于暗室内闭眼适应5~10min后进行,每眼连续检查4次,存盘,次日再次复查取一幅最理想的像差图作为数据采集,并进行设计治疗方案,存入软盘。

手术方法:使用Intralase(AMO)60kHz飞秒激光仪制瓣后行波前像差引导的LASIK手术,飞秒激光设定角膜瓣直径为8.5mm,角膜瓣厚度为90~100 $\mu$ m,角膜瓣弧度55°,角膜瓣边缘切割角度90°,角膜瓣蒂均位于上方。飞秒激光制作角膜瓣完成后,试验组在手术间暗光条件下,VISX STAR S4激光切削前启动虹膜定位功能,激光机显示器上显示出眼球旋转的类型和度数并自动进行校正,完

成定位后才进行波前像差引导下的激光切削。对照组则无启动虹膜定位功能,直接在波前像差引导下激光切削。

术后用1g/L氟米龙滴眼液,4次/d,每周递减1次,共4wk;盐酸左氧氟沙星滴眼液,4次/d,共1wk;分别于术后1d,1,3,6mo,1a复查。随访项目包括视力、电脑验光、眼压、波前像差、对比敏感度等。

统计学分析:应用SPSS 13.00软件进行统计学分析,计数资料采用 $\chi^2$ 检验,采用重复测量方差分析进行同一组内术后残留散光、高阶像差值的比较,不同时间点间两两比较采用LSD-*t*检验,两组间的比较采用独立样本*t*检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 眼球旋转方向及旋转度数的分析** 试验组的129眼患者进行虹膜定位显示129眼均发生了旋转,其中右眼顺时针内旋14眼,右眼逆时针外旋48眼;左眼逆时针内旋31眼,左眼顺时针外旋36眼;即右眼以逆时针内旋为主,左眼以顺时针外旋为主,双眼眼球旋转方向比较,差异有统计学意义( $\chi^2 = 13.16, P < 0.05$ )。129眼的平均旋转度数为 $3.57^\circ \pm 2.36^\circ$ ,右眼平均旋转 $4.19^\circ \pm 2.54^\circ$ ,左眼平均旋转 $2.89^\circ \pm 1.97^\circ$ 。右眼的旋转度数大于左眼,双眼眼球旋转度数比较,差异有统计学意义( $t = 3.27, P < 0.05$ )。

**2.2 术后裸眼视力** 试验组和对照组术后1mo UCVA超过术前BCVA 1行以上者分别103眼和107眼,两组比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 6.423, P = 0.011$ )。术后3mo UCVA超过术前BCVA 1行以上者分别112眼和109眼,两组比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 14.431, P < 0.01$ )。术后6mo UCVA超过术前BCVA 1行以上者分别102眼和116眼,两组比较差异无统计学意义( $\chi^2 = 1.89, P = 0.169$ )。术后1a UCVA超过术前BCVA 1行以上者分别98眼和106眼,两组比较差异无统计学意义( $\chi^2 = 3.52, P = 0.06$ )。

**2.3 术后残留散光** 试验组及对照组术后各时间点残留散光虽有变化,但其差异均无统计学意义( $F = 0.279, P > 0.05; F = 0.292, P > 0.05$ )。术后1d,1mo试验组残留散光均较对照组残留散光低,两组比较差异有统计学意义( $t = 1.98, P < 0.05; t = 2.23, P < 0.05$ )。术后3,6mo,1a,试验组与对照组残留散光比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表1。

**2.4 手术前后高阶像差变化** 试验组与对照组术前高阶像差两组间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2。两组术后各时间点,高阶像差均方根值(RMS)、球差、彗差均较术前增加,手术前后比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),其中以球差增加最明显。总高阶像差均方根值随时间逐渐降低。术后三叶草差两组均较术前少量减少。试验组及对照组手术前后比较差异无统计学意义( $F = 0.750, 0.872, P > 0.05$ ),术后1a两组三叶草差均恢复至术前水平。术后1,3mo试验组较对照组RMS值增加少,两组间比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后试验组彗差的增加较对照组明显减少。两组间比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后1a内三叶草差两组均较术前减低。1,3mo试验组三叶草差较术前减低明显与对照组两组间比较差异有统计学意义( $P = 0.02$ )。术前及术后1a两组间像差比较见表3~6。

表1 两组术后各时间残留散光比较 ( $\bar{x} \pm s, D$ )

分组	术后 1d	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a	F	P
试验组	-0.45±0.41	-0.41±0.41	-0.42±0.39	-0.42±0.35	-0.46±0.44	0.279	0.891
对照组	-0.55±0.47	-0.55±0.45	-0.50±0.49	-0.50±0.50	-0.54±0.38	0.292	0.883
t	1.98	2.23	0.76	0.92	0.72		
P	0.04	0.02	0.44	0.36	0.47		

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

表2 两组术前高阶像差比较  $\bar{x} \pm s$

分组	RMS	球差	彗差	三叶草差
试验组	0.326±0.110	0.085±0.129	0.214±0.141	0.187±0.103
对照组	0.350±0.136	0.091±0.130	0.221±0.125	0.192±0.116
t	-1.74	-1.48	-1.9	-1.43
P	0.083	0.139	0.067	0.152

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

表3 两组术后各时间点高阶像差 RMS 比较  $\bar{x} \pm s$

分组	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a	F	P
试验组	0.529±0.159	0.500±0.190	0.499±0.141	0.581±0.153	1.021	0.385
对照组	0.626±0.198	0.604±0.179	0.580±0.176	0.607±0.238	0.583	0.627
t	-3.62	-3.14	-1.8	-0.348		
P	0	0.002	0.077	0.78		

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

表4 两组术后各时间点球差比较  $\bar{x} \pm s$

分组	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a	F	P
试验组	0.280±0.191	0.268±0.172	0.302±0.188	0.366±0.182	1.183	0.318
对照组	0.262±0.187	0.265±0.179	0.231±0.221	0.225±0.175	0.529	0.663
t	0.62	0.098	1.22	2.272		
P	0.536	0.922	0.227	0.03		

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

表5 两组术后各时间点彗差比较  $\bar{x} \pm s$

分组	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a	F	P
试验组	0.287±0.159	0.277±0.177	0.209±0.113	0.271±0.132	1.31	0.273
对照组	0.422±0.212	0.379±0.194	0.352±0.186	0.377±0.215	1.37	0.25
t	-4.85	-3.04	-3.759	-1.87		
P	0	0.003	0	0.007		

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

表6 两组术后各时间点三叶草差比较  $\bar{x} \pm s$

分组	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a	F	P
试验组	0.139±0.097	0.147±0.071	0.149±0.095	0.181±0.120	0.793	0.499
对照组	0.173±0.105	0.187±0.114	0.169±0.084	0.196±0.087	0.557	0.644
t	-2.21	-2.44	-0.821	-0.417		
P	0.028	0.016	0.415	0.681		

注:试验组:飞秒激光制作角膜瓣后启动虹膜定位成功行波前像差引导 LASIK 术;对照组:飞秒激光制作角膜瓣后无虹膜定位行波前像差引导 LASIK 术。

### 3 讨论

随着飞秒激光制作角膜瓣联合波前像差引导的个体化 LASIK 术的广泛应用。目前,已有相关研究证实了波前像差引导的角膜屈光手术能减少术后像差的引入和减少残留散光,改善术后视觉质量<sup>[4]</sup>。患者在手术时,会有多种因素如体位的改变、头位的变化、灯光的强弱变化等均会影响眼球的旋转,多项研究均发现 LASIK 手术时存在眼球轻至中度的旋转,导致散光轴向发生改变,如不加以校正和补偿,会影响激光治疗的精确性<sup>[5-7]</sup>虹膜定位技术的应用可以有效减少因为眼球旋转导致的激光切削的不确定性,特别是高散光的患者,因为散光轴位的改变就意味着手术时部份区域的散光过矫或欠矫。故我们对于飞秒激光制瓣联合波前像差引导 LASIK 手术,术中是否应用虹膜定位技术对中高度近视散光是否也具有优势展开研究。本研究对两组相同手术方式是否应用虹膜定位技术疗效进行 1a 的观察比较,术后 1、3mo UCVA 达到术前 BCVA 者两组间明显差异。术后 1、3mo 残留散光,试验组较对照组减少明显,两组间比较差异均有统计学意义,但术后电脑验光值临床参考价值有待商榷。对于近视散光患者来说,术后视力矫正的满意度与术后残留散光度数之间存在着明显的正相关性<sup>[8]</sup>。已有研究显示 LASIK 术后眼的总高阶像差较术前明显增加<sup>[9-12]</sup>本研究中术后 1mo~1a 波前像差检查两组 RMS、球差、彗差均较术前增加明显,这与其它研究者报告相符。尤其以球差增加为主,且文献报道患者术中角膜基质切削量与术后高阶像差的增加呈正相关<sup>[13]</sup>,三叶草像差两组均较术前降低,尤其术后对照组高阶像差 RMS 和彗差增加较试验组增加明显,这说明了在进行准分子激光切削治疗屈光不正时,虹膜定位技术可以主动匹配眼球的旋转和移位,减少激光在角膜上切削的位置出现偏差,从而避免术源性散光增加<sup>[14]</sup>。此外还会有效减少引入全眼的高阶像差增加,特别是彗差的引入。有研究发现,近视散光眼的波前像差主要以低阶像差为主,高阶像差以彗差、球差、三叶草差为主<sup>[15]</sup>。由此可见虹膜识别定位技术对于波前像差引导矫正术中瞳孔中心偏移和眼球旋转对散光度数和轴向的改变具有意义,从而提高波前像差引导 LASIK 矫正散光的准确性和精确性。

我们对于中重度散光患者的检查和治疗在运用虹膜定位技术的过程中有以下几点体会:(1)对于患者波前像差的检查一般不少于 2 次,每次均暗室内闭眼 5~10min,无散瞳,每次均连续采集 4 次图像。(2)选择采集图像虹膜对焦清晰、中心偏位较少、高阶像差图形和 RMS 重复性最好的 1 次检查结果。(3)术前反复测量散光的度数及轴向,采用波前像差采集的低阶像差与主觉验光接近,特别是倾斜与散光的度数和轴向最接近。(4)瞳孔的大小直接影响术中虹膜定位的成功率,虹膜定位时将暗室采集虹膜图像及瞳孔直径与准分子激光机下拍摄的虹膜特征点进行匹配。瞳孔的大小对于虹膜特征点的变化有一定的影响<sup>[16]</sup>。故采集的图像与激光机下拍摄的图像需大致

相同。我们的经验是虹膜定位匹配时采取减弱光线的办法尽量减小术前检查和术中治疗时的瞳孔大小差异。如调整激光机的光线、手术室照明等直至瞳孔大小与采集的瞳孔大小相仿时虹膜定位成功率较高。

从统计资料中发现,高阶像差与瞳孔的关系密切,瞳孔越大,像差越高,近视度数越高,术后均方根值、术后球差也越高。散光、眼位不正也会造成彗差偏高。残留散光高者彗差明显。

本研究表明,虹膜定位技术在飞秒激光联合波前像差引导 LASIK 手术中的应用能降低术后残留散光,对于高阶像差的引入 RMS 值及彗差都较少。对于中高度散光患者视力的恢复,视觉质量的提高具有十分重要的意义。

#### 参考文献

- Marcos S, Barbero S, Lorente L, *et al*. Optical response to LASIK surgery for myopia from total and corneal aberration measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(13):3349-3356
- Oshika T, Miyata K, Tokunaga T, *et al*. Higher order wavefront aberrations of cornea and magnitude of refractive correction in laser *in situ* keratomileusis. *Ophthalmology* 2002;109(6):1154-1158
- 辛宝莉,刘苏冰,聂晓丽,等.虹膜定位联合波前像差引导的 LASIK 术中眼球旋转的临床观察. *眼科新进展* 2010;30(4):377-380
- 熊宁,刘怡,王平.波前像差引导准分子激光原位角膜磨镶术治疗近视散光的疗效分析. *眼科新进展* 2007;27(6):452-454
- Hori-Komai Y, Sakai C, Toda I, *et al*. Detection of cyclotorsional rotation during excimer laser ablation in LASIK. *J Refract Surg* 2007;23(9):911-915
- 林巧雅,李学喜,胡俊.头位偏斜和眼球旋转对 LASIK 手术效果的影响. *中国实用眼科杂志* 2012;30(8):941-944
- 蔡劲锋,朱凤,贾婷,等. LASIK 术中眼球旋转的临床观察. *国际眼科杂志* 2009;9(5):987-988
- De Ortueta D, Pavlidis M. LASIK treatment of mixed astigmatism. *J Refract Surg* 2007;23(4):328-329
- Gatinel D, Adam PA, Chaabouni S, *et al*. Comparison of corneal and total ocular aberrations before and after myopic LASIK. *J Refract Surg* 2010;26(5):333-340
- Wang Y, Zhao K, Jin Y, *et al*. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. *J Refract Surg* 2003;19(2):S270-274
- Yang X, Wang Y, Zhao K, *et al*. Comparison of higher-order aberration and optical quality after Epi-LASIK and LASIK for myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011;249(2):281-288
- 薛丽霞.波前像差引导 LASIK 治疗近视散光疗效分析. *中国实用眼科杂志* 2009;27(1):73-74
- Smadja D, Santhiago MR, Mello GR. Corneal higher order aberrations after myopic wavefront-optimized ablation. *J Refract Surg* 2013;29(1):42-48
- 夏丽坤,周晶,周佳子,等.虹膜定位技术主动校正 LASIK 术中眼球旋转对近视散光患者术后残余散光度数及高阶像差的影响. *眼科新进展* 2010;30(6):544-545
- 周胜,王铮,王蓓,等.飞秒激光辅助个体化准分子激光原位角膜磨镶术疗效观察. *中国实用眼科杂志* 2008;26(4):323-326
- 李耀宇.眼波前引导的屈光手术学.北京:人民军医出版社 2009:230-231