

· 论著 ·

· 飞秒激光 ·

# 飞秒激光与机械角膜刀制瓣准分子激光原位角膜磨镶术后视觉质量对比分析

买志彬 刘苏冰 聂晓丽 唐秀侠 孙宏霞 辛宝莉

**【摘要】** 目的 对比分析 FEMTO LDV 飞秒激光与 Hansatome 机械角膜刀制瓣辅助准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)后高阶像差和对比敏感度(CS)。方法 前瞻性临床对照研究。接受飞秒激光制瓣 46 例(92 眼)作为观察组,同期用 Hansatome 微型角膜刀制瓣 52 例(104 眼)作为对照组,制瓣后均行波前像差引导的准分子激光切削术。对术后高阶像差、CS 及眩光 CS 进行比较。采用卡方检验、方差分析、独立样本  $t$  检验进行数据分析。结果 视力:术后 1 周,观察组裸眼视力(UCVA)达到或高于术前最佳矫正视力(BCVA)59 眼(64.1%),对照组 76 眼(73.1%);术后 1 个月 2 组分别为 82 眼(89.1%)、96 眼(92.3%),术后 3 个月时分别为 86 眼(93.5%)和 96 眼(92.3%)。各时间点 2 组比较差异均无统计学意义( $\chi^2=1.423, 1.112, 0.183, P>0.05$ )。屈光度:术后 1 周观察组为(+0.49±0.24)D,对照组为(+0.35±0.32)D;术后 3 个月观察组为(+0.10±0.18)D,对照组为(-0.14±0.22)D;2 组差异均无统计学意义( $t=0.566, 1.178, P>0.05$ )。高阶像差:术后 1 周及 3 个月时全眼球总高阶像差及彗差的均方根值观察组低于对照组( $t_{1周}=-2.422, -2.295, t_{3个月}=-1.957, -1.926, P<0.05$ )。球差及三叶草 2 组间差异均无统计学意义。CS:明视下 2 组术后各时间点差异无统计学意义。暗视下观察组 CS 值术后 1 周时最低,但对术前差异无统计学意义( $P>0.05$ ),1 个月时 CS 值已达到术前水平,尤其 1 个月和 3 个月时 3.0 和 18.0 c/d 处 CS 值高于术前( $F=3.602, 3.216, P<0.05$ )。术后 1 周时 6.0 c/d 处观察组高于对照组( $t=2.326, P<0.05$ ),术后 1、3 个月时 2 组间差异无统计学意义。眩光 CS:明视下术后 1 周时 3.0、12.0 c/d 处观察组显著高于对照组( $t=2.173, 2.327, P<0.05$ ),术后 1、3 个月时 2 组间差异无统计学意义。暗视下眩光 CS 值术后 1 周时在空间频率为 3.0、6.0 c/d 处观察组高于对照组( $t=2.124, 2.691, P<0.05$ );术后 3 个月时,在中低空间频率为 1.5、3.0、6.0 c/d 处观察组高于对照组( $t=2.428, 2.416, 2.507, P<0.05$ )。结论 飞秒激光辅助 LASIK 手术后 CS 结果优于机械角膜刀制瓣 LASIK。

**【关键词】** 飞秒激光; 角膜磨镶术,激光原位; 像差; 对比敏感度; 眩光

## Comparison of visual quality after laser in situ keratomileusis flap creation with a femtosecond laser and a mechanical microkeratome

MAI Zhi-bin, LIU Su-bing, NIE Xiao-li, TANG Xiu-xia, SUN Hong-xia, XIN Bao-li. Department of Ophthalmology, Henan Armed Police Force General Hospital, Zhengzhou 450052, China  
Corresponding author: LIU Su-bing, Email: lsb900@126.com

**【Abstract】 Objective** To compare and analyze the higher-order aberrations (HOA), contrast sensitivity (CS) and CS under the glare after FEMTO LDV femtosecond laser flap and mechanical microkeratome Hansatome flap in laser in situ keratomileusis (LASIK). **Methods** This was a prospective clinical controlled study. Ninety-two eyes of 46 patients were treated with FEMTO LDV as the observation group, and 104 eyes of 52 patients were treated with Hansatome as the control group. Wavefront-guided LASIK (Zyoptix) was performed on each of these eyes after the flap preparation. HOA, CS and CS under the glare were evaluated before surgery and 1 week, 1 month, 3 months after treatment. Data were analyzed using chi-square test, ANOVA, independent  $t$  test. **Results** At 1 week after the surgery, 59/92 (64.1%) patients in the observation group had uncorrected visual acuity (UCVA) levels reaching or surpassing the preoperative best corrected visual acuity (BCVA), while in the control group, this rate was 76/104(73.1%). At 1 month after the surgery, the rate of UCVA $\geq$ preoperative BCVA was 82/92 (89.1%) in observation group and 96/104 (92.3%) in control group. At 3 months after the surgery, the rate of UCVA $\geq$ preoperative BCVA was 86/92(93.5%) in



内置的周围眩光源亮度：暗视下眩光亮度为 28 lx，明视下为 135 lx。患者在每一个亮度测量前休息 5 min。检查在相对暗室中，单眼最佳矫正视力下测试。空间频率分别为 1.5、3.0、6.0、12.0、18.0 c/d。

### 1.3 手术方法

观察组：预设角膜瓣厚度 110 μm，直径 8.5~9.5 mm，蒂置于上方。角膜表面麻醉，开睑器开眼睑，选取患者术前检查波前像差的 TLS 文件，进行虹膜识别定位，识别后保持头位固定，FEMTO LDV 飞秒激光制作角膜瓣，掀开角膜瓣后进行波前像差引导的准分子激光消融，瓣下冲洗并复位角膜瓣。

对照组：应用 Hansatome 微型角膜刀 z16 刀头（标示 110 μm 角膜瓣）制作角膜瓣，直径预设 8.5、9.5 mm，蒂位于上方，根据患者术前角膜弯曲度选择合适的负压吸引环，角膜瓣完成制作后，进行虹膜识别定位，掀瓣后进行波前像差引导的准分子激光消融，进行瓣下冲洗并复位角膜瓣。

所有手术均由有经验的屈光手术医师按常规手术标准完成。

### 1.4 统计学方法

前瞻性临床对照研究。采用 SPSS 15.0 统计学软件。率的比较采用卡方检验；多组比较进行方差分析，组间的多重比较采用 Dunnett *t* 检验；2 组间比较采用独立样本 *t* 检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术后 2 组视力比较

术后 2 组 BCVA 均无下降。术后观察组的视力恢复略慢于对照组，经  $\chi^2$  检验，2 组比较差异无统计学意义（见表 2）。

表 2 术后 2 组 UCVA  $\geq$  术前 BCVA 比例的比较[眼数(%)]

分组	眼数	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月
观察组	92	59(64.1)	82(89.1)	86(93.5)
对照组	104	76(73.1)	96(92.3)	96(92.3)
$\chi^2$ 值		1.423	1.112	0.183
<i>P</i> 值		>0.05	>0.05	>0.05

表 3 术后 2 组高阶像差的对比( $\bar{x} \pm s$ , μm)

组别	眼数	术后 1 周				术后 3 个月			
		总高阶像差	彗差	三叶草	球差	总高阶像差	彗差	三叶草	球差
观察组	92	0.75±0.30	0.26±0.25	0.06±0.07	0.45±0.29	0.61±0.30	0.20±0.27	0.04±0.05	0.44±0.28
对照组	104	0.95±0.27	0.43±0.03	0.08±0.08	0.59±0.21	0.89±0.25	0.39±0.37	0.06±0.07	0.55±0.17
<i>t</i> 值		-2.422	-2.295	-0.779	-1.395	-1.957	-1.926	-0.922	-1.205
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05	>0.05	>0.05

### 2.2 术后 2 组屈光度比较

观察组术后 1 周时屈光度有轻度远视漂移，为 (+0.49±0.24)D；至术后 3 个月时接近目标值，为 (+0.10±0.18)D。对照组术后 1 周时屈光度为 (+0.35±0.32)D；3 个月时有近视漂移，为 (-0.14±0.22)D。2 组间屈光度的差异没有统计学意义 ( $t=0.566$ 、 $1.178$ ， $P>0.05$ )。

### 2.3 术后 2 组高阶像差 (higher-order aberration, HOA) 比较

术前 2 组总 HOA、球差、彗差、三叶草的 RMS 值经统计学分析差异无统计学意义。对比分析 2 组术后 HOA 显示，术后 1 周及 3 个月时总 HOA 及彗差的 RMS 值 2 组间差异有统计学意义，观察组低于对照组。球差、三叶草 RMS 值 2 组间差异均无统计学意义（见表 3）。

### 2.4 术后 2 组 CS 比较

明视下 2 组术后各时间点 CS 值差异均无统计学意义。见表 4。

暗视下观察组 CS 值术后各时间点比较 1 周时最低，但与术前差异无统计学意义，1 个月时 CS 值已达到术前水平，尤其 1 个月和 3 个月时 3.0、18.0 c/d 处 CS 值高于术前 ( $F=3.602$ 、 $3.216$ ， $P<0.05$ )。2 组比较，术后 1 周时 6.0 c/d 处观察组 CS 值高于对照组 ( $t=2.326$ ， $P<0.05$ )，术后 1、3 个月时 2 组间差异无统计学意义（见表 5）。

### 2.5 术后 2 组患者眩光 CS 的比较

术后 1 周时 3.0、12.0 c/d 处观察组眩光 CS 值显著高于对照组 ( $t=2.173$ 、 $2.327$ ， $P<0.05$ )，术后 1、3 个月时 2 组间差异没有统计学意义（见表 6）。

暗视下眩光 CS 值 1 周时在空间频率为 3.0、6.0 c/d 处 2 组间差异有统计学意义 ( $t=2.124$ 、 $2.691$ ， $P<0.05$ )，术后 3 个月时，在 1.5、3.0、6.0 c/d 2 组间差异有统计学意义 ( $t=2.428$ 、 $2.416$ 、 $2.507$ ， $P<0.05$ )，术后各时间点观察组 CS 值均高于对照组（见表 7）。

表 4 2 组手术前后明视下 CS 对比( $\bar{x}\pm s$ )

空间频率 (c/d)	术前		术后 1 周		术后 1 个月		术后 3 个月	
	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)
1.5	1.603±0.169	1.609±0.196	1.538±0.097	1.558±0.136	1.732±0.150	1.613±0.257	1.695±0.312	1.670±0.144
3.0	1.744±0.125	1.693±0.209	1.808±0.117	1.714±0.208	1.853±0.125	1.826±0.145	1.922±0.158	1.911±0.177
6.0	1.708±0.248	1.699±0.241	1.832±0.185	1.629±0.430	1.913±0.214	1.814±0.239	1.923±0.180	1.812±0.195
12.0	1.250±0.506	1.268±0.378	1.431±0.321	1.188±0.471	1.508±0.238	1.379±0.264	1.519±0.290	1.338±0.242
18.0	0.766±0.491	0.674±0.532	0.770±0.570	0.583±0.501	0.842±0.274	0.672±0.642	0.885±0.559	0.835±0.371

表 5 2 组手术前后暗视下 CS 对比( $\bar{x}\pm s$ )

空间频率 (c/d)	术前		术后 1 周		术后 1 个月		术后 3 个月	
	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)
1.5	1.668±0.164	1.675±0.248	1.692±0.168	1.567±0.423	1.743±0.172	1.677±0.216	1.835±0.254	1.712±0.254
3.0	1.731±0.146	1.720±0.207	1.690±0.139	1.522±0.381	1.858±0.198	1.783±0.199	1.932±0.198	1.828±0.177
6.0	1.458±0.412	1.482±0.241	1.600±0.225	1.295±0.482	1.671±0.186	1.615±0.150	1.703±0.276	1.648±0.242
12.0	0.721±0.613	0.885±0.479	0.846±0.387	0.747±0.594	0.970±0.578	0.979±0.418	1.132±0.390	1.140±0.533
18.0	0.133±0.306	0.273±0.391	0.227±0.446	0.042±0.189	0.520±0.524	0.386±0.416	0.569±0.492	0.502±0.569

表 6 2 组术后明视下眩光 CS 比较( $\bar{x}\pm s$ )

空间频率 (c/d)	术后 1 周		术后 1 个月		术后 3 个月	
	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)
1.5	1.709±0.174	1.700±0.216	1.857±0.157	1.711±0.208	1.853±0.167	1.803±0.246
3.0	1.920±0.183	1.757±0.249	1.935±0.119	1.902±0.168	1.921±0.123	1.912±0.260
6.0	1.813±0.201	1.654±0.483	1.882±0.203	1.837±0.200	1.923±0.229	1.898±0.153
12.0	1.483±0.236	1.186±0.462	1.496±0.232	1.405±0.264	1.464±0.322	1.459±0.160
18.0	0.778±0.584	0.747±0.483	0.907±0.373	0.808±0.573	0.981±0.492	0.917±0.437

表 7 2 组术后暗视下眩光 CS 对照( $\bar{x}\pm s$ )

空间频率 (c/d)	术后 1 周		术后 1 个月		术后 3 个月	
	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)	观察组(92 眼)	对照组(104 眼)
1.5	1.587±0.156	1.481±0.434	1.653±0.189	1.493±0.206	1.668±0.195	1.510±0.265
3.0	1.584±0.177	1.415±0.381	1.789±0.233	1.627±0.252	1.792±0.285	1.637±0.225
6.0	1.446±0.214	1.111±0.585	1.613±0.205	1.254±0.460	1.603±0.246	1.224±0.421
12.0	0.741±0.531	0.440±0.559	0.923±0.485	0.856±0.769	0.937±0.560	0.867±0.503
18.0	0.044±0.174	0.035±0.156	0.309±0.453	0.249±0.626	0.392±0.386	0.302±0.432

### 3 讨论

飞秒激光在 LASIK 术中的应用,使角膜瓣的制作水平提高到了一个新的层次,其制作的角膜瓣形态均一、规整<sup>[4]</sup>。由于飞秒激光和机械角膜刀技术切割角膜的过程不同,制作角膜瓣的原理不同,角膜瓣的形状也略有不同,二者术后 HOA 及 CS 也可能有差异。为较全面了解飞秒激光制瓣辅助 LASIK 术后视觉质量情况,我们对比分析了 2 种制瓣方式 LASIK 术后结果。

视力和屈光度方面,本研究结果显示 LASIK 术中应用飞秒激光和机械角膜刀 2 种技术具有同等的安全性和有效性。安全性方面,2 组术中、术后均无明显影响视力恢复的并发症发生,没有最佳矫正视力

的丢失。有效性方面,2 组术后裸眼视力均基本达到术前最佳矫正视力,术后屈光度的结果均接近目标值。显示在视力和屈光度方面 2 组均有理想的结果。

目前公认 HOA 的增加可以引起视觉质量的降低<sup>[5-7]</sup>以及视物模糊<sup>[8]</sup>。近年屈光手术的发展目标是在改善患者视力的同时,减少术后 HOA 增加的负面影响。通过改进激光消融的技术,包括发展眼追踪系统和飞点小光斑,使治疗更精确并获得较好的结果<sup>[9-11]</sup>。飞秒激光的应用,使角膜瓣的制作技术得到改进,制作的角膜瓣预测性好且创面光滑,术后 HOA 的改变日益受到关注。本研究对比分析 2 组术后总 HOA、球差、彗差和三叶草发现,术后 1 周、3 个月时观察组总 HOA 及彗差 RMS 值低于对照组;球差及三叶草 2 组术后结果接近。2 组间 HOA 不

同,考虑可能一方面是与飞秒激光制瓣和机械角膜刀制瓣对于角膜基质床的几何力学上的影响不同,从而引起 HOA 的变化不同<sup>[12]</sup>。另一方面,飞秒激光制作的瓣更均匀一致,带的尺寸和位置更规则、一致<sup>[13]</sup>,同时瓣的形态更圆。这样飞秒激光术中引起彗差增加的因素减少。总之,通过飞秒激光的精确切削,减少了因制作角膜瓣引起的 HOA。

CS 是屈光手术后评价视觉质量的一种视觉检查指标,它反映视觉系统在不同亮度环境下对不同空间频率的正弦光栅条纹的识别能力,可间接反映物体在视网膜上的光学成像质量。在一定程度上反映了人眼的视觉质量<sup>[14-15]</sup>。它提供了对空间物体识别能力的量化,尤其适合于角膜屈光手术<sup>[16-18]</sup>。我们研究结果显示,无论明视下还是暗视下观察组术后各期 CS 检查结果均优于对照组,尤其暗视下术后 1 周时 6.0 c/d 处观察组 CS 值显著高于对照组。明视下术后 1 周 3.0、12.0 c/d 处观察组眩光 CS 值显著高于对照组,术后 1、3 个月时 2 组间差异没有统计学意义。暗视下各时期观察组眩光 CS 值均高于对照组。尤其 1 周时在空间频率为 3.0、6.0 c/d 处,3 个月时 1.5、3.0、6.0 c/d 组间差异有统计学意义。以上结果提示观察组较对照组术后早期即可获得更好的 CS 结果。

有报道认为,矫正到最佳矫正视力的情况下,影响 CS 的 HOA 主要是彗差、球差,其中彗差在很大程度上影响人眼 CS<sup>[9]</sup>。本研究结果显示术后观察组彗差 RMS 值低于对照组;而同期观察组 CS 检查结果优于对照组,眩光对 CS 的影响亦小于对照组。我们认为观察组术后 CS 检查结果优于对照组,部分原因是源于飞秒激光制作角膜瓣质量高,术后像差增加少。

Montés-Micó 和 Charman<sup>[16]</sup>发现并证实了 HOA 与高空间频率 CS 的关系。LASIK 术后高阶像差的增加将引起高频区对比敏感度显著下降。Montés-Micó 等<sup>[12]</sup>报道,IntraLASIK 术后的 HOA 低于机械刀 LASIK,飞秒激光制瓣术后 CS 高空间频率暗视下的结果优于机械刀制瓣。我们的结果是 2 组术后眩光对 CS 影响的差异主要表现在中低空间频率处。我们的结果与文献报道<sup>[6,13]</sup>不同考虑可能由于调查者不同,应用检查仪器不同,制瓣技术不同,准分子激光仪不同以及治疗方案不同而导致,患者对于 CS 的光栅识别能力也影响检查结果。部分患者术前高频区 CS 即受眩光明显影响,甚至 CS 值为 0,这样术后即使患者有眩光刺激下 CS 值的降低,检查中也无法发现,可能造成患者高频区 CS 反而不受眩光影响的假象。这与本实验条件的局限性有关,

故有必要进行更精细的眩光 CS 测试。关于二者间的关系需要大样本长期的进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Binder PS. One thousand consecutive IntraLase laser in situ keratomileusis flaps. *J Cataract Refract Surg*,2006,32:962-969.
- [2] Kezirian GM, Stonecipher KG. Comparison of the IntraLase femtosecond laser and mechanical keratomes for laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*,2004,30:804-811.
- [3] Montés-Micó R, Rodríguez-Galietero A, Alió JL. Femtosecond laser versus mechanical keratome LASIK for myopia. *Ophthalmology*,2007,114:62-68.
- [4] 田磊,周跃华,王宁利,等. IntraLase FS60 和 Femto LDV 飞秒激光制作角膜瓣的特点. *中华眼视光学与视觉科学杂志*,2011,13:4-8.
- [5] Marcos S. Aberrations and visual performance following standard laser vision correction. *J Refract Surg*,2001,17:S596-S601.
- [6] Applegate RA, Hilmantel G, Howland HC, et al. Corneal first surface optical aberrations and visual performance. *J Refract Surg*,2000,16:507-514.
- [7] Yamane N, Miyata K, Samejima T, et al. Ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,2004,45:3986-3990.
- [8] Chalita MR, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual acuity and symptoms. *Ophthalmol Clin North Am*,2004,17:135-142.
- [9] Mrochen M, Eldine MS, Kaemmerer M, et al. Improvement in photorefractive corneal laser surgery results using an active eye-tracking system. *J Cataract Refract Surg*,2001,27:1000-1006.
- [10] Krueger RR, Seiler T, Gruchman T, et al. Stress wave amplitudes during laser surgery of the cornea. *Ophthalmology*,2001,108:1070-1074.
- [11] Müller B, Boeck T, Hartmann C. Effect of excimer laser beam delivery and beam shaping on corneal sphericity in photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*,2004,30:464-470.
- [12] Montés-Micó R, Rodríguez-Galietero A, Alió JL, et al. Contrast sensitivity after LASIK flap creation with a femtosecond laser and a mechanical microkeratome. *J Refract Surg*,2007,23:188-192.
- [13] Pietilä J, Huhtala A, Jääskeläinen M, et al. LASIK flap creation with the Ziemer femtosecond laser in 787 consecutive eyes. *J Refract Surg*,2010,26:7-16.
- [14] Grosvenor T, Goss DA. *Clinical management of myopia*. Boston: Butterworth and Heinemann,1999:155-162.
- [15] Miller D. *Optic and refraction*. New York: Gower Medical Publishing,1991:15-23.
- [16] Montés-Micó R, Charman WN. Choice of spatial frequency for contrast sensitivity evaluation after corneal refractive surgery. *J Refract Surg*,2001,17:646-651.
- [17] Montés-Micó R, Charman WN. Mesopic contrast sensitivity function after excimer laser photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*,2002,18:9-13.
- [18] Montés-Micó R, España E, Menezo JL. Mesopic contrast sensitivity function after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg*,2003,19:353-356.
- [19] Oshika T, Okamoto C, Samejima T, et al. Contrast sensitivity function and ocular higher-order wavefront aberrations in normal human eyes. *Ophthalmology*,2006,113:1807-1812.

(收稿日期:2012-11-26)

(本文编辑:毛文明,季魏红)