

· 论著 ·

波前像差引导联合虹膜定位技术的准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术后视觉质量

杨梅 郭秀瑾 马月磊 李向品 刘超敏

【摘要】 目的 分析波前像差引导联合虹膜定位技术的准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术 (Epi-LASIK) 的临床疗效。方法 回顾性研究。行波前像差引导联合虹膜定位技术的 Epi-LASIK 手术的患者 37 例 (73 眼), 按等效球镜度 (SE) 不同分为低中度近视组 ($SE < -6.00$ D, 30 眼) 和高度近视组 ($SE \geq -6.00$ D, 43 眼)。所有患者手术前后均行 UCVA、BCVA、屈光度、裂隙灯显微镜、眼压、角膜地形图、波前像差以及对比敏感度 (CS) 等检查, 术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月进行定期随访。应用 t 检验、方差分析和卡方检验对患者手术前后的各项观测指标进行对比研究。结果 ①术后 UCVA (5 分视力): 术后低中度近视患者 UCVA 较高度近视患者好, 恢复快。术后 6 个月时, 低中度近视组 UCVA 平均为 5.05 ± 0.11 ; 高度近视组平均为 5.01 ± 0.11 , 2 组间差异无统计学意义 ($t=1.69, P>0.05$)。②屈光度: 所有患者术后 6 个月内屈光度稳定, 术后 6 个月时低中度近视组屈光度为 $(+0.16 \pm 0.43)$ D, 高度近视组为 (-0.21 ± 0.64) D。③角膜后表面高度变化: 术后 1 个月、3 个月、6 个月间比较, 角膜后表面高度稳定, 未见明显变化 ($F=0.57, P>0.05$), 与术前比较明显降低 ($F=20.87, P<0.05$); 低中度近视组和高度近视组间术后各时间点角膜后表面高度差异无统计学意义 ($F=1.22, P>0.05$)。④高阶像差: 所有患者中除了三叶草术前稍降低外, 总高阶像差、垂直彗差、水平彗差以及球差均方根值均较术前增加, 高度近视组各阶像差值均高于低中度近视组。⑤CS: 绝大多数患者术后 CS 和眩光敏感度 (GS) 逐渐升高, 在术后 3 个月时达到高峰。无论是低中度近视还是高度近视患者手术后各空间频率的 CS 及 GS 均无下降; 低中度近视患者术后各空间频率的 CS 及 GS 普遍高于高度近视患者。⑥所有患者术后均未发生严重并发症。结论 波前像差引导联合虹膜定位技术的 Epi-LASIK 手术具有良好的精确性、可预测性和稳定性, 并且能为患者带来较好的视觉质量, 低中度近视患者手术效果更好。

【关键词】 近视, 退行性; 波前像差; 虹膜定位; 角膜磨镶术, 激光原位

Visual quality after wavefront guided epipolis LASIK combined with iris recognition Yang Mei, Guo Xiujin, Ma Yuelei, Li Xiangpin, Liu Chaomin. Department of Ophthalmology, the Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, China

Corresponding author: Guo Xiujin, Email: guoxiujin2003@163.com

【Abstract】 Objective To comprehensively analyze the clinical efficacy of wavefront guided epipolis LASIK (Epi-LASIK) combined with iris recognition. **Methods** In a prospective study of wavefront guided Epi-LASIK combined with iris recognition, 37 patients (73 eyes) with myopia underwent treatment. The patients were divided into a low-to-moderate myopia group ($SE < -6.00$ D, 30 eyes) and a high myopia group ($SE \geq -6.00$ D, 43 eyes). All patients were required to undergo preoperative and postoperative examinations that included UCVA, BCVA, refractive status, intraocular pressure, anterior segment slit lamp examinations, corneal topographic tests, WaveScan aberrometer tests, contrast sensitivity (CS) tests, etc. Patients were evaluated at 1 day, 1 week, and 1 month, 3 months and 6 months postoperatively. A t test, ANOVA and chi-square test were used to compare results. **Results** ①Postoperative UCVA: Low-to-moderate myopia patients improved and recovered UCVA faster and better than high myopia patients. At 6 months postoperatively, UCVA in low-to-moderate myopia patients was 5.05 ± 0.11 and was 5.01 ± 0.11 in high myopia patients. There was no significant difference between the groups ($t=1.69, P>0.05$). ②Refraction accuracy: refraction in all patients

stabilized within 6 months postoperatively. At 6 months postoperatively, refraction in low-to-moderate myopia patients was $+0.16\pm 0.43$ D and was -0.21 ± 0.64 D in high myopia patients. ③The height of the corneal posterior surface: there was a noticeable drop in height after refractive surgery and the surface remained stable postoperatively in all patients. There was no significant difference between the 2 groups. ④Higher order aberrations (HOA): there was an increase in total HOA, coma and spherical aberration in all patients postoperatively. Only trefoil conversely decreased. High myopia patients developed more aberrations than low-to-moderate myopia patients. ⑤CS: the vast majority of patients had a gradual increase in CS and glare sensitivity (GS) postoperatively, reaching a peak at 3 months. Preoperative comparisons showed that CS and GS did not significantly drop in any patients postoperatively. Low-to-moderate myopia patients had better CS and GS for each spatial frequency than high myopia patients. ⑥No patient had serious postoperative complications. **Conclusion** Wavefront-guided Epi-LASIK combined with iris recognition is more accurate, predictable and stable and results in better visual quality. Clinical efficacy is better for low-to-moderate myopia patients than for high myopia patients.

[Key words] Myopia, degenerative; Wavefront guided; Iris recognition; Keratomileusis, laser in situ

准分子激光角膜屈光手术开展 30 余年来不断创新发展,其有效性、安全性值得认可,但是许多患者术后会出现眩光、星芒、光晕、对比敏感度(contrast sensitivity, CS)下降等视觉质量问题,这也是近年来屈光手术医生和患者所关注的主要焦点。自 1999 年进行了首例波前像差引导的个体化角膜切削手术后,个体化切削逐渐成为准分子激光角膜屈光手术的研究方向,众多研究表明波前像差引导的角膜屈光手术有较高的精确性。近年来角膜准分子激光手术有回归角膜表层手术的趋势,微型角膜刀准分子激光角膜上皮瓣下磨镶术(Epitolis laser in situ keratomileusis, Epi-LASIK)较 PRK 与 LASEK 手术效果更佳^[1-2],成为了角膜表层手术的主流术式。目前国内外对个体化的 Epi-LASIK 手术报道较少,现就波前像差引导联合虹膜定位技术的 Epi-LASIK 的临床疗效做一分析。

1 对象与方法

1.1 对象

选择 2012 年 9 月至 2013 年 8 月在我院准分子激光治疗中心接受波前像差引导的 Epi-LASIK 手术患者 37 例(73 眼)。其中男 14 例(27 眼),女 23 例(46 眼)。年龄 18~29 岁,平均(23.0±3.4)岁。所有患者按等效球镜度(spherical equivalence, SE)不同分为低中度近视组(30 眼, SE<-6.0 D)和高度近视组(43 眼, SE≥-6.0 D),低中度近视组 SE 为-1.88~-5.75 D,平均(-4.57±1.08)D,柱镜度为(-0.97±1.12)D;高度近视组 SE 为-6.00~-11.50 D,平均(-7.70±1.30)D,柱镜度为(-0.91±0.59)D,2 组患者年龄、性别差异无统计学意义。所有患者年龄满 18 周岁,近

视度数稳定 2 年以上;术前矫正视力≥4.9;停戴软性角膜接触镜 2 周以上, RGPCL 4 周以上;排除干眼症、圆锥角膜、青光眼等眼部急慢性疾病,角膜无外伤及手术史,全身无糖尿病、瘢痕体质、免疫缺陷、结缔组织病以及精神病等禁忌证。

1.2 术前检查

所有患者术前检查包括 UCVA、BCVA、主观和客观验光、裂隙灯显微镜、眼压、角膜厚度、Pentacam 三维眼前节分析仪检查、VISX WaveScan 波前像差仪检查、CS 检查(美国 Optec 6500 视功能检查检查仪)等。

1.3 手术方法

所有患者均采用 Moria E3 微型角膜上皮刀制做出直径为 8.5~9.0 mm 的角膜上皮瓣,随后启动波前像差引导和虹膜定位系统技术,用 VISX S4 激光仪进行激光切削,完成切削后在角膜基质床放置浸有 0.02% 丝裂霉素溶液的棉片,10 s 后用大量平衡盐溶液冲洗,最后配戴软性角膜接触镜。

1.4 术后用药及随访

患者术后 1~5 d 用 0.5% 左氧氟沙星滴眼液、双氯芬酸钠滴眼液、重组人表皮生长因子滴眼液点眼,每日 4 次。裂隙灯显微镜观察角膜上皮愈合后,摘除角膜接触镜,停用左氧氟沙星滴眼液和双氯芬酸钠滴眼液,改用氟米龙滴眼液点眼,每日 4 次,低中度近视组持续 3~4 个月,高度近视组持续 4~6 个月;人工泪液、维生素 B12 滴眼液点眼,每日 4 次,持续 3 个月。视患者角膜情况酌情调整药物的使用。术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月对患者视力、眼压、裂隙灯显微镜、角膜地形图、波前像差、CS 等进行随访。

1.5 统计学方法

回顾性研究。使用 SPSS 13.0 统计软件进行分析, 计量资料中 2 组间比较采用独立样本 t 检验, 对于组内术前、术后各时间点观察指标的比较采用配对样本 t 检验和重复测量设计资料的方差分析; 计数资料采用卡方检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者术后 6 个月内未出现失访, 各时间点的检查眼数相同。

2.1 视力和屈光度

术后 6 个月时, 除了高度近视组中有 1 眼术后 UCVA 较术前 BCVA 下降 2 行、低中度近视组中有 1 眼下降 1 行外, 其余患者术后 UCVA 达到或超过术前 BCVA。术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月时, 低中度近视组 UCVA 分别为 4.92 ± 0.07 、 4.96 ± 0.09 、 5.03 ± 0.08 、 5.05 ± 0.11 , 6 个月时 UCVA ≥ 4.9 的比例为 97%; 高度近视组 UCVA 分别为 4.91 ± 0.10 、 4.95 ± 0.09 、 4.98 ± 0.11 、 5.01 ± 0.11 , 6 个月时 UCVA ≥ 4.9 的比例为 96%。对患者术后行显然验光发现, 所有患者 6 个月内屈光度稳定, 1、3、6 个月 3 个时间点 SE 变化无统计学意义 ($F = 1.26$, $P > 0.05$)。术后 6 个月时低中度近视组 SE 为 $(+0.16 \pm 0.43)$ D, 高度近视组为 (-0.21 ± 0.64) D。所有低中度近视患者 SE 均波动在 ± 0.75 D 内, 其中波动在 ± 0.50 D 内的比例为 90% (27 眼); 高度近视患者 SE 波动在 ± 0.75 D 内的患者所占比例为 98% (42 眼), 波动在 ± 0.50 D 内所占比例为 88% (38 眼)。

2.2 角膜后表面高度

Pentacam 眼前节全景仪显示的角膜后表面高度图是指角膜后表面等高线与最佳拟合球面 (best fitted sphere, BSF) 之间的差异。低中度近视患者术

前角膜后表面高度均值为 $(3.39 \pm 2.68) \mu\text{m}$, 术后 1、3、6 个月时角膜后表面高度分别为 $(0.91 \pm 3.85) \mu\text{m}$ 、 $(2.00 \pm 3.86) \mu\text{m}$ 、 $(1.83 \pm 4.01) \mu\text{m}$; 高度近视患者术前角膜后表面高度均值为 $(4.56 \pm 3.47) \mu\text{m}$, 术后 1、3、6 个月时角膜后表面高度分别为 $(1.79 \pm 3.05) \mu\text{m}$ 、 $(1.68 \pm 3.24) \mu\text{m}$ 、 $(1.60 \pm 3.53) \mu\text{m}$ 。无论是低中度近视还是高度近视患者, 术后 1、3、6 个月各时间点间比较, 角膜后表面高度稳定, 未见明显变化 ($P > 0.05$), 与术前比较明显降低 ($F_{\text{时间}} = 20.87$, $P < 0.05$); 低中度近视组和高度近视组间术后各时间点角膜后表面高度差异无统计学意义 ($F_{\text{组间}} = 1.22$, $P > 0.05$)。

2.3 高阶像差

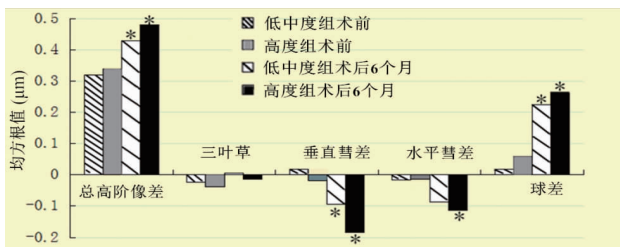
由于 6 个月时角膜像差趋于稳定, 因此将患者手术前与术后 6 个月时高阶像差中的三叶草像差 (Z_3^{-3})、垂直彗差 (Z_3^{-1})、水平彗差 (Z_3^1)、球差 (Z_4^0) 以及总高阶像差各均方根 (root mean square, RMS) 值进行比较, 发现无论是低中度还是高度近视患者, 除了 Z_3^{-3} 比术前稍降低外, 总高阶像差、 Z_3^{-1} 以及 Z_4^0 RMS 值均较术前增加, 其中低中度近视组患者的总高阶像差、 Z_3^{-1} 、 Z_4^0 RMS 值变化有统计学意义。高度近视组中除 Z_3^{-3} 外, 其余各项 RMS 值变化有统计学意义; 术后高度近视组患者各阶像差绝对值均高于低中度近视组, 差异未见统计学意义 (见表 1、图 1)。

2.4 对比敏感度

我们将 CS 数值进行对数转换后行秩和检验。本研究对患者术前, 术后 1、3、6 个月时 CS 进行统计分析, 发现绝大多数患者术后 CS 和眩光敏感度 (glare contrast sensitivity, GS) 逐渐升高, 在 3 个月时达到高峰。我们将低中度近视患者 6 个月时 CS 值与术前相比, 中高频的 CS 和 GS 均有增加; 高度近视患者术后中高频的 CS 较术前增加, GS 轻度下降; 低中度近视患者术后各空间频率的 CS 及 GS 普

表 1 患者术前和术后 6 个月高阶像差均方根值比较 (μm , $\bar{x} \pm s$)

组别	时间	总高阶像差	垂直三叶草像差	垂直彗差	水平彗差	球差
低中度近视组 (30 眼)	术前	0.32±0.10	-0.025 4±0.106 8	0.041 9±0.111 9	-0.018 1±0.155 6	0.043 0±0.100 1
	术后	0.43±0.09	0.005 8±0.130 4	-0.093 5±0.230 1	-0.086 5±0.198 7	0.225 3±0.121 6
	t	-3.11	-0.81	2.66	1.17	-5.82
	P	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05
高度近视组 (43 眼)	术前	0.36±0.11	-0.037 7±0.119 9	-0.052 4±0.194 9	-0.008 3±0.112 3	0.055 5±0.124 7
	术后	0.49±0.14	-0.012 6±0.087 9	-0.184 5±0.188 7	-0.114 5±0.249 1	0.262 1±0.155 7
	t	-4.01	-1.28	2.75	2.24	-6.61
	P	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05
术后组间 t		-0.89	0.62	1.59	0.43	-0.48
术后组间 P		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05



* $P < 0.05$ 为手术前后比较差异有统计学意义

图 1 患者手术前后各高阶像差均方根值变化趋势

遍高于高度近视患者,无论是提高还是降低,敏感度数值改变均无统计学意义(见图 2-4)。

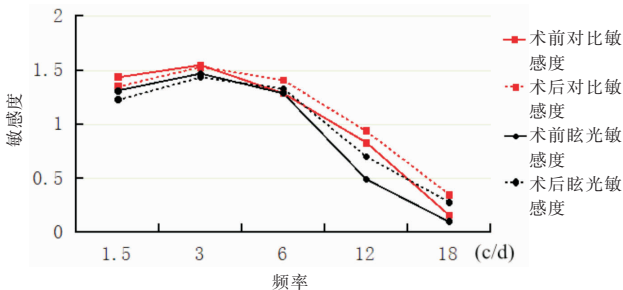


图 2 低中度近视患者术前与术后 6 个月时敏感度变化图

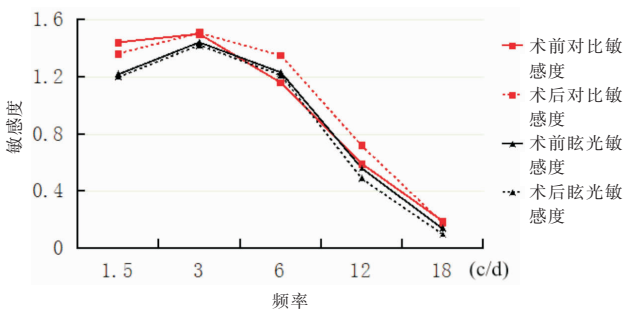


图 3 高度近视患者术前与术后 6 个月时敏感度变化图

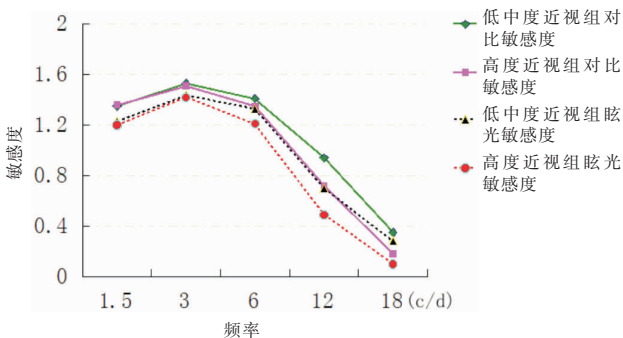


图 4 术后 6 个月时所有患者敏感度数值

2.5 手术并发症

术后低中度近视患者有 2 眼出现 haze, 0.5 级; 高度近视患者有 3 眼出现 haze, 均为 0.5 级。及时调整患者氟米龙滴眼液用药后, 至术后 6 个月时仅在低中度近视组有 1 眼仍有 0.5 级角膜 haze, 但未影

响患者 UCVA。低中度近视组有 1 人出现眼压高于术前, 高度近视组有 3 人, 及时给予降眼压药物治疗后, 均在短期内恢复正常, 未出现任何因眼压升高而造成眼部损害。2 组之间手术并发症发生率差异无统计学意义。

3 讨论

本研究发现, 所有患者在手术后早期 UCVA 普遍低于术前, 但是在术后 6 个月时, 绝大多数患者 UCVA 已达到或超过术前 BCVA。屈光报告显示患者 6 个月内屈光度稳定, 未出现屈光回退现象, 仅高度近视组中有 1 眼等效球镜度为 -1.0 D 外, 其余患者等效球镜度均波动在 ± 0.75 D 内。说明波前像差引导的 Epi-LASIK 手术能获得良好的术后 UCVA 和较低的屈光度; 与高度近视患者相比, 低中度近视患者 UCVA 恢复相对较快、且均值较高。

波前像差引导的 Epi-LASIK 手术的安全性毋庸置疑。有学者报道, 角膜表层切削术在角膜生物力学稳定性方面优于 LASIK^[3]。Pentacam 角膜地形图测量仪能够全方位评估手术前后角膜形态的改变, 其中角膜后表面高度的改变是评价患者术后是否有圆锥角膜倾向的最关键指标。本研究发现, 与术前相比, 所有患者术后角膜后表面高度并没有增加反而降低, 结果与雷玉琳等^[4]和张佳等^[5]的研究相一致。在术后 6 个月内所有患者角膜后表面高度值稳定, 没有随着时间的延长而增高, 且未发现高度近视组术后较低中度近视组角膜后表面高度值高。haze 形成是角膜表层手术后又一主要并发症, 角膜 haze 影响了角膜的透明性, 严重的 haze 会造成患者术后视力下降、视觉质量降低。本研究仅 1 眼在术后 6 个月时留有 0.5 级角膜 haze, 但未对患者术后视力造成影响。因此, 低中度近视与高度近视患者行 Epi-LASIK 手术同样安全。

波前像差引导联合虹膜定位技术的 Epi-LASIK 手术后视觉质量值得认可。角膜屈光手术后患者出现眩光、光晕、星芒、夜间视力下降等影响视觉质量的问题主要是因为高阶像差的引入。目前已有不少学者报道波前像差引导的 Epi-LASIK 手术效果优于常规 Epi-LASIK 手术^[6-9]。这主要是由于波前像差引导的个体化手术能够量体裁衣, 不仅消除人眼术前存在的像差, 而且术中能更精细地切削角膜, 大大降低了术后高阶像差的引入。尽管如此, 手术源性像差仍不可避免。我们用高阶像差为代表的客观指标评价患者的视觉质量。我们发现, 所有患者术后总高阶像差较术前显著增加, 其中以球差为主, 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^[10]。Yang 等^[11]发现,在 6 mm 瞳孔直径下,与角膜基质手术 LASIK 相比,Epi-LASIK 术后球差、彗差增加量较少,这主要与角膜表层手术和基质层手术术后愈合方式不同有关,包括瘢痕愈合部位和纤维增生类别不一样等^[12-13]。所以不少专家指出,角膜表层手术要比基质层手术提供更好的视觉质量^[14-16]。

CS 检查可通过同时改变空间频率和对比度参数全面评价视功能,这是评估患者视觉质量的主观指标,也是最重要的指标。视功能检查仪的 5 个空间频率(1.5、3.0、6.0、12.0、18.0 c/d)中,高空间频率(12.0、18.0 c/d)的 CS 与患者生活关系最密切^[17],其中,中高频 CS 的改变对评估角膜屈光手术后视觉质量最有意义^[18]。由于人眼在低照明、低对比度的环境下,瞳孔自然放大,分辨物体的能力减弱,准分子激光术后夜间视觉质量高低始终是学者们所关心的。Kim 等^[19]发现行角膜表层手术术后 CS 要优于基质层手术,且波前像差引导的角膜表层手术术后 CS 要优于传统表层手术。本研究视功能检查仪测试状态选用夜晚模式,在光照为 3 cd/m² 的暗适应、暗适应+眩光的 2 种环境条件下,对 CS 和 GS 进行检查,结果显示,在术后 6 个月内,各空间频率的 CS 和 GS 值变化呈倒 U 型,在 3 个月时达到高峰,这可能与术后角膜愈合过程有关。6 个月时 CS 值与术前相比,我们发现行个体化 Epi-LASIK 手术患者术后 CS 并没有显著降低,绝大多数患者 CS 反而较术前提提高,所有患者术后均未有明显夜间眩光、视力下降等主诉,所以波前像差引导联合虹膜定位技术的 Epi-LASIK 手术能够为患者带来较高的视觉质量。另外我们发现,高度近视患者术后 CS 和 GS 普遍低于低中度近视患者,一方面可能是由于患者屈光度越高,术中角膜基质切削量越多,对角膜的球面性和规则性影响就越大,患者术后视觉质量就越差^[20-21];另一方面,从近视状态的发展来看,应该是近视度数越高,视网膜的视觉细胞的潜力越差,视敏度越差^[8]。

参考文献:

- [1] Tychsen L, Packwood E, Berdy G. Correction of large amblyopiogenic refractive errors in children using the excimer laser[J]. JAAPOS, 2005, 9(3): 224-233.
- [2] Choi CY, Kim JY, Kim MJ, et al. Transmission electron microscopy study of corneal epithelial flaps following removal using mechanical scraping, alcohol, and epikeratome techniques [J]. J Refract Surg, 2008, 24(7): 667-670.
- [3] 董子献,周行涛. 激光角膜屈光手术生物力学效应的研究进展[J]. 中华眼科杂志, 2012, 48(11): 1053-1056.
- [4] 雷玉琳,郑秀云,苏燕,等. 中低度近视 SBK 与 LASIK 术后角膜后表面高度的临床研究[J]. 国际眼科杂志, 2010, 10(9): 1683-1685.
- [5] 张佳,夏哲人,许琛琛,等. 近视眼 SBK 术后角膜后表面高度变化及其与角膜生物力学改变的相关性[J]. 医学研究杂志, 2013, 42(1): 135-139.
- [6] 李鹏,王莉,高建民,等. 高度近视应用虹膜定位联合波前像差引导的 EPI-LASIK 矫正的临床观察[J]. 国际眼科杂志, 2010, 10(2): 362-363.
- [7] 陈静,韩苏宁,吴军丽,等. 波前像差引导的机械法准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术治疗近视的疗效观察[J]. 眼科新进展, 2009, 29(8): 620-622.
- [8] 李鹏,王莉,高丹宇,等. 虹膜定位联合波前像差引导的 Epi-LASIK 矫正低中度近视的临床研究[J]. 国际眼科杂志, 2011, 11(2): 342-345.
- [9] 李鹏,王莉,高建民,等. 高度近视应用虹膜定位联合波前像差引导的 EPI-LASIK 矫正的临床观察[J]. 国际眼科杂志, 2010, 10(2): 362-363.
- [10] Smadja D, Santhiago MR, Mello GR, et al. Corneal higher order aberrations after myopic wavefront-optimized ablation[J]. J Refract Surg, 2013, 29(1): 42-48.
- [11] Yang X, Wang Y, Zhao K, et al. Comparison of higher-order aberration and optical quality after Epi-LASIK and LASIK for myopia[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2011, 249(10): 281-288.
- [12] Dawson DG, Grossniklaus HE, McCarey BE, et al. Biomechanical and wound healing characteristics of corneas after excimer laser keratorefractive surgery: is there a difference between advanced surface ablation and sub-Bowman's keratomileusis? [J]. J Refract Surg, 2008, 24(1): S90-S96.
- [13] Dawson DG, Kramer TR, Grossniklaus HE, et al. Histologic, ultrastructural, and immunofluorescent evaluation of human laser-assisted in situ keratomileusis corneal wounds [J]. Arch Ophthalmol, 2005, 123(6): 741-756.
- [14] Wang W, Wang Y, Zhao KX. The aberration and the modulation transfer function in LASEK and LASIK: pupil size dependence [J]. Optik, 2010, 121(6): 500-505.
- [15] 桂曼芸,何书喜,刘伟. WG-LASIK 与 WG-LASEK 治疗中低度近视的临床疗效比较[J]. 国际眼科杂志, 2008, 8(5): 958-961.
- [16] Randleman JB, Loft ES, Banning CS, et al. Outcomes of wavefront optimized surface ablation [J]. Ophthalmology, 2007, 114(5): 983-988.
- [17] Ojanpää H, Näsänen R. Utilisation of spatial frequency information in face search [J]. Vision Res, 2003, 43(24): 2505-2515.
- [18] Montés-Micó R, Charman WN. Choice of spatial frequency for contrast sensitivity evaluation after corneal refractive surgery [J]. J Refract Surg, 2001, 17(6): 646-651.
- [19] Kim TW, Wee WR, Lee JH, et al. Contrast sensitivity after LASIK, LASEK, and wavefront-guided LASEK with the VISX S4 laser [J]. J Refract Surg, 2007, 23(4): 355-361.
- [20] 季鹏,毕宏生,王兴荣,等. 影响准分子激光原位角膜磨镶术前后球差变化的诸因素分析[J]. 眼视光学杂志, 2008, 10(5): 346-348.
- [21] Lee YC, Hu FR, Wang IJ. Quality of vision after laser in situ keratomileusis: influence of dioptric correction and pupil size on visual function [J]. J Cataract Refract Surg, 2003, 29(4): 769-777.

(收稿日期: 2014-05-08)

(本文编辑: 毛文明)