

# 矢量法评价 Epi-LASIK 对散光的矫正效果及其与视觉质量变化的关系

王树林, 刘平, 王新, 孙新霞, 成立国

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No. 11204277)

作者单位: (450003) 中国河南省郑州人民医院眼科

作者简介: 王树林, 硕士, 主治医师, 验光师, 研究方向: 角膜病和眼视光学。

通讯作者: 王树林. eyeswang@163.com

收稿日期: 2013-01-12 修回日期: 2013-05-24

## Vector analysis of correction of astigmatism by Epi-LASIK and the relationship between the result of analysis and the change in visual quality

Shu-Lin Wang, Ping Liu, Xin Wang, Xin-Xia Sun, Li-Guo Cheng

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (No. 11204277)

Department of Ophthalmology, People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

**Correspondence to:** Shu-Lin Wang. Department of Ophthalmology, People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450003, Henan Province, China. eyeswang@163.com

Received: 2013-01-12 Accepted: 2013-05-24

### Abstract

• **AIM:** To evaluate the outcome of astigmatism correction after epipolis laser *in situ* keratomileusis (Epi-LASIK) by standardized vector analysis, and to investigate the relationship between the result of analysis and the change in contrast sensitivity function (CSF).

• **METHODS:** Totally 68 myopic astigmatism eyes treated with Epi-LASIK. The myopic diopter was range from -5.00D to -9.00D, and the astigmatic diopter was range from -1.00D to -3.00D. The following-up period was for 6 months. The outcome of astigmatism correction was evaluated by the standardized vector analysis which was recommended by the American National Standards Institute. The photopic without glare CSF with best spectacle-corrected visual acuity was examined by CSV-1000E.

• **RESULTS:** The CSF of all spatial frequency in 1 month postoperatively were significant lower than that preoperatively ( $P < 0.01$ ). The CSF of spatial frequency 12c/d (cycles per degree) and 18c/d in 6 months postoperatively were significant lower than that

preoperatively ( $P < 0.05$ ). The CSF of 3c/d, 6c/d and 12c/d in 1 month were significant lower than that in 6 months postoperatively ( $P < 0.05$ ). The |SIRC| (absolute surgically induced refractive correction) in 1 month, 6 months were positively correlated with the decrease of 18c/d CSF postoperatively ( $r = 0.537, 0.674, P < 0.01$ ). The error of magnitude (EM) in 1 month was  $-0.21 \pm 0.29$  and  $-0.12 \pm 0.31$  in 6 months postoperatively.

• **CONCLUSION:** There was decrease in high spatial frequency contrast sensitivity under photopic without glare of myopic and astigmatic eyes with midrange and high diopter within 6 months after Epi-LASIK. The SIRC might have correlation with the decrease in contrast sensitivity.

• **KEYWORDS:** vector analysis; astigmatism; epipolis laser *in situ* keratomileusis; contrast sensitivity

**Citation:** Wang SL, Liu P, Wang X, *et al.* Vector analysis of correction of astigmatism by Epi-LASIK and the relationship between the result of analysis and the change in visual quality. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013;13(6):1099-1102

### 摘要

**目的:** 采用标准矢量分析法评价准分子激光角膜上皮瓣下磨镶术 (epipolis laser *in situ* keratomileusis, Epi-LASIK) 对散光的矫正效果, 并探讨其与明视无眩光下对比敏感度函数 (contrast sensitivity function, CSF) 变化的关系。

**方法:** 选取行 Epi-LASIK 术矫正近视散光的 68 眼, 近视屈光度为  $-5.00 \sim -9.00D$ , 散光屈光度为  $-1.00 \sim -3.00D$ , 术后随访 6mo。运用美国国家标准学会推荐的标准矢量分析法评估 Epi-LASIK 术后 1, 6mo 散光的矫正效果。采用 CSV-1000E 对比敏感度仪检测手术前后最佳矫正视力下明视无眩光时的 CSF。

**结果:** 术后 1mo 各空间频率 (单位为 cycles per degree, c/d) 的 CSF 低于术前 ( $P < 0.01$ ), 术后 6mo 时 12c/d 和 18c/d 的 CSF 分别低于术前 ( $P < 0.05$ ), 术后 1mo 时的 3c/d, 6c/d 和 12c/d CSF 分别低于术后 6mo ( $P < 0.05$ ); 术后 1, 6mo 时的 |SIRC| 与 18c/d 的 CSF 下降呈正相关 ( $r = 0.537, 0.674, P < 0.01$ ); 术后 1mo 的 EM 为  $-0.21 \pm 0.29$ , 6mo 的 EM 为  $-0.12 \pm 0.31$ 。

**结论:** Epi-LASIK 术后 6mo 内, 中高度近视合并中低度散光患者可出现明视无眩光下高频段 CSF 的下降, 其下降原因可能与手术引起的散光矫正量有关。

**关键词:** 矢量分析; 散光; 准分子激光角膜上皮瓣下磨镶

术;对比敏感度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2013.06.10

引用:王树林,刘平,王新,等.矢量法评价 Epi-LASIK 对散光的矫正效果及其与视觉质量变化的关系.国际眼科杂志 2013;13(6):1099-1102

## 0 引言

随着准分子激光角膜屈光手术(以下简称准分子手术)在临床中的广泛应用,手术相关问题逐渐凸显;其中,准分子手术后部分患者出现的视觉质量下降成为较棘手的问题之一<sup>[1]</sup>,目前认为术后视觉质量下降与高阶波阵面像差有关,从而出现了针对波阵面像差而设计的波阵面像差引导的准分子手术<sup>[2]</sup>。然而遗憾的是,尚无证据表明该手术的术后效果优于未使用波阵面像差引导的准分子手术<sup>[3]</sup>。有研究表明,视觉质量与可能散光有关<sup>[4]</sup>。在视觉质量研究方面,对比敏感度函数(contrast sensitivity function, CSF)能更准确、更全面地评估视功能<sup>[5]</sup>。在评价散光矫正效果方面,美国国家标准学会推荐使用标准矢量分析法(以下简称矢量法)评价散光的矫正效果<sup>[6]</sup>。本研究拟利用矢量法评价准分子激光角膜上皮瓣下磨镶术(epipolis laser in situ keratomileusis, Epi-LASIK)对散光的矫正效果,并探讨其与明视无眩光下 CSF 变化的关系,以期初步探索 Epi-LASIK 对散光的矫正效果与术后视觉质量之间的关系。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2009-06/2012-03 在郑州人民医院眼科行 Epi-LASIK 术,且术后 6mo 内随访资料完整的 68 眼,近视屈光度为-5.00~-9.00D,散光屈光度为-1.00~-3.00D,入选病例的标准为:年龄>18 周岁;屈光状态在手术近 2a 内基本稳定;术前 2wk 内未配戴软性角膜接触镜,4wk 内未配戴硬性角膜接触镜;无眼部手术史或外伤史,无影响屈光状态的其他眼部疾病和系统性疾病。

**1.2 方法** 采用鹰视世纪波准分子激光系统(德国 Wavelight 公司)及 Moria 微型角膜上皮刀(法国 Moria 公司)进行手术。Epi-LASIK 术中上皮瓣的处理方式为弃瓣式,所有手术均由同一临床经验丰富的角膜屈光手术专业医师进行。术后至少随访 6mo。散光的评价指标及计算方法:散光评价指标的名词缩写(表 1)和矢量法计算原理(图 1)。本研究所涉及的指标缩写(表 1)包括 BSCVA, RC, SIRC, EM, CR, EV 和 ER;以综合验光仪的主觉验光达到 BSCVA 的处方作为散光的测量结果。

**1.2.1 初始数据转换** 将主觉验光的柱镜屈光度并且根据球镜屈光度,通过光学十字法,根据顶点距从眼镜平面转换至角膜平面,综合验光仪验光时散光柱镜片到角膜平面的距离为 30mm(其中无球镜成分的散光柱镜片到球镜镜片平面的距离为 25mm,球镜镜片到角膜平面的距离为 5mm),而准分子激光机内预设的顶点距为 12mm,因此手术时的顶点距为 12mm,术后随访时验光结果的散光柱镜片顶点距为 30mm。将右眼散光的轴向角度加倍,即轴向数值乘以二,以便进行矢量运算。

表 1 矢量法相关名词缩写表

| 名词   | 缩写    |
|--|-------|
| Best spectacle-corrected visual acuity(最佳眼镜矫正视力)     | BSCVA |
| Correction ratio(矫正率)                                | CR    |
| Defocus equivalent(等效离焦)                             | DEQ   |
| Error of angle(角度的误差)                                | EA    |
| Error of magnitude(大小的误差)                            | EM    |
| Error ratio(误差率)                                     | ER    |
| Error vector(矢量误差)                                   | EV    |
| Intended refractive correction(预期屈光矫正量)              | IRC   |
| Manifest refraction spherical equivalent(主觉屈光等效球镜)   | MRSE  |
| Surgically induced refractive correction(手术引起的屈光矫正量) | SIRC  |
| Treatment error vector(治疗矢量误差)                       | TEV   |
| Uncorrected visual acuity(裸眼视力)                      | UCVA  |

根据顶点距转换柱镜屈光度计算方法:

$$C_{\text{corn}} = \frac{S_{\text{spect}} + C_{\text{spect}}}{1 - VD \times (S_{\text{spect}} + C_{\text{spect}})} - \frac{S_{\text{spect}}}{1 - VD \times S_{\text{spect}}}$$

( $C_{\text{corn}}$  代表角膜平面的柱镜屈光度,  $S_{\text{spect}}$  代表眼镜平面的球镜屈光度,  $C_{\text{spect}}$  代表眼镜平面的柱镜屈光度,  $VD$  代表顶点距)。

### 1.2.2 矢量法的计算方法

$$X_{\text{preop}} = C_{\text{preop}} \times \cos(2 \times A_{\text{preop}}); Y_{\text{preop}} = C_{\text{preop}} \times \sin(2 \times A_{\text{preop}})$$

$$X_{\text{postop}} = C_{\text{postop}} \times \cos(2 \times A_{\text{postop}}); Y_{\text{postop}} = C_{\text{postop}} \times \sin(2 \times A_{\text{postop}})$$

$$|IRC| = \sqrt{(X_{\text{preop}} - X_n)^2 + (Y_{\text{preop}} - Y_n)^2}$$

$$|EV| = \sqrt{(X_{\text{postop}} - X_n)^2 + (Y_{\text{postop}} - Y_n)^2}$$

$n$  为矫正散光的目标屈光度,若预期矫正至正视,即  $n=0$ ,则  $X_n = Y_n = 0$ ;若手术需预留屈光度,即  $n \neq 0$ ,则  $X_n, Y_n$  需行矢量转换后代入上述公式进行计算。

$$|SIRC| = \sqrt{(X_{\text{preop}} - X_{\text{postop}})^2 + (Y_{\text{preop}} - Y_{\text{postop}})^2}$$

$$Y_{SIRC} = Y_{\text{preop}} - Y_{\text{postop}}, X_{SIRC} = X_{\text{preop}} - X_{\text{postop}}; \theta = 0.5 \times \arctan(Y_{SIRC} / X_{SIRC})$$

如  $Y \geq 0$  且  $X > 0$ , 则  $A_{SIRC} = \theta$ ; 如  $Y < 0$  且  $X > 0$ , 则  $A_{SIRC} = \theta + 180^\circ$

如  $X < 0$ , 则  $A_{SIRC} = \theta + 90^\circ$ ; 如  $X = 0$  且  $Y > 0$ , 则  $A_{SIRC} = 45^\circ$

如  $X = 0$  且  $Y < 0$ , 则  $A_{SIRC} = 135^\circ$ ; Axis shift =  $A_{\text{postop}} - A_{\text{preop}}$

$$CR = |SIRC| / |IRC|; ER = |EV| / |IRC|;$$

EM =  $|IRC| - |SIRC|$ , 如结果为负值表示过矫;

如  $A_{SIRC} - A_{IRC} < 90^\circ$ , EA =  $A_{SIRC} - A_{IRC}$ ;

如  $A_{SIRC} - A_{IRC} > 90^\circ$ , EA =  $A_{SIRC} - A_{IRC} - 180^\circ$ ;

如  $A_{SIRC} - A_{IRC} < -90^\circ$ , EA =  $A_{SIRC} - A_{IRC} + 180^\circ$ ; 如  $A_{SIRC} - A_{IRC} = \pm 90^\circ$ , EA =  $0^\circ$ ;

(注: C 代表柱镜屈光度, A 代表柱镜轴向, preop 代表术前, postop 代表术后)

**1.2.3 CSF 的检测方法** 采用 CSV-1000E 型(美国 Vector Vision 公司)对比敏感度测试仪。有 4 种空间频率(单位为 cycles per degree, c/d), 分别为 3c/d(低频段)、6c/d(中频段)、12c/d(中频段)和 18c/d(高频段)。在 BSCVA(戴框架眼镜)下按要求分别检查在明视无眩光、暗视无眩光、明视眩光、暗视眩光四种状态下的对比敏感度。因主觉验光环境为非暗视和无眩光,所以只有明视无眩光下的 CSF 与散光的结果具有可比性,本研究只将明视无眩光下的记录结果转换为 CSF 并进行统计分析。

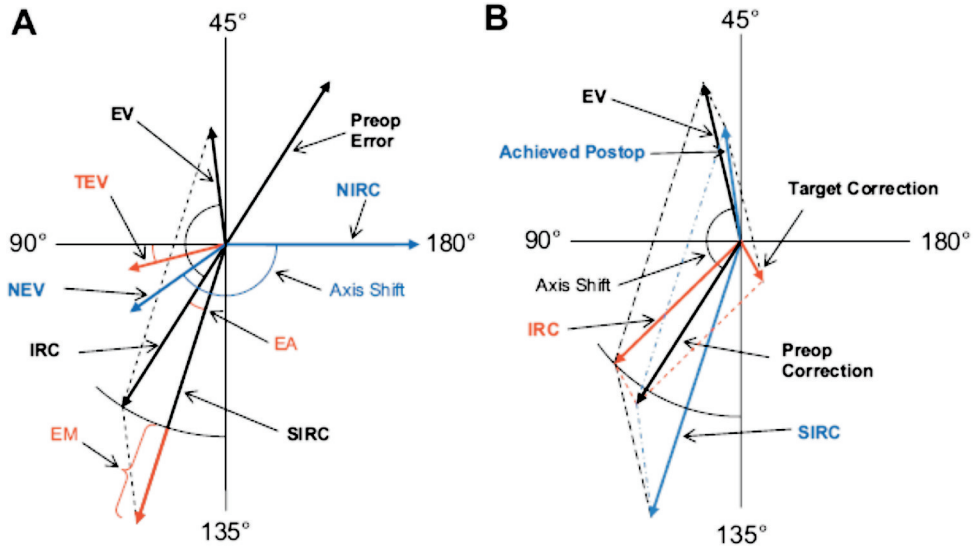


图1 基本散光矢量值及其关系 A:目标屈光度为正视;B:目标屈光度为非正视。

表2 术后1,6mo的散光矢量分析

( $\bar{x} \pm s, n=30$ )

| 观察时间     | SIRC      | EM         | CR        | EV        | ER        |
|----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 术后1mo    | 1.32±0.47 | -0.21±0.29 | 1.15±0.29 | 0.37±0.21 | 0.29±0.23 |
| 术后6mo    | 1.28±0.51 | -0.12±0.31 | 1.08±0.21 | 0.31±0.26 | 0.26±0.27 |
| <i>P</i> | 0.297     | 0.301      | 0.305     | 0.569     | 0.913     |

表3 术前、术后1,6mo明视无眩光下的CSF

( $\bar{x} \pm s, n=68$ )

| 观察时间  | 空间频率 (c/d) |           |           |           |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|
|       | 3          | 6         | 12        | 18        |
| 术前    | 1.75±0.17  | 1.91±0.16 | 1.62±0.18 | 1.02±0.17 |
| 术后1mo | 1.52±0.16  | 1.57±0.19 | 1.28±0.22 | 0.71±0.26 |
| 术后6mo | 1.72±0.19  | 1.87±0.18 | 1.56±0.17 | 0.81±0.18 |

表4 术前、术后1,6mo明视无眩光下的CSF之间的变

( $\bar{x} \pm s, n=68$ )

|             | 空间频率(c/d)  |          |            |          |            |          |            |          |
|-------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|             | 3          |          | 6          |          | 12         |          | 18         |          |
|             | CSF的变化值    | <i>P</i> | CSF的变化值    | <i>P</i> | CSF的变化值    | <i>P</i> | CSF的变化值    | <i>P</i> |
| 术前和术后1mo比较  | 0.24±0.27  | 0.000    | 0.37±0.21  | 0.000    | 0.39±0.26  | 0.000    | 0.36±0.29  | 0.000    |
| 术前和术后6mo比较  | 0.09±0.17  | 0.059    | 0.07±0.19  | 0.089    | 0.08±0.18  | 0.014    | 0.25±0.27  | 0.000    |
| 术后1mo和6mo比较 | -0.18±0.26 | 0.002    | -0.31±0.25 | 0.000    | -0.28±0.29 | 0.000    | -0.13±0.34 | 0.053    |

统计学分析:采用SPSS 17.0软件,对术前、术后1,6mo的数据进行统计分析。手术前后及术后1,6mo之间的数据采用配对*t*检验;|IRC|,|SIRC|,EM,CR,|EV|和ER分别与CSF的变化进行Spearman相关分析;以*P*<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

Epi-LASIK患者术后3d内有轻度至中度的畏光、流泪、疼痛及异物感等症状,可耐受,4d后明显好转,第5d去除角膜接触镜后未感明显不适。其中术后1mo时5眼出现0.5级haze,连续用氟米龙及玻璃酸钠滴眼液3mo后haze均消失。随访期间未出现严重并发症,偶有眼干、视疲劳患者。

2.1 术后散光矢量分析结果 术后1,6mo,本研究所涉及的矢量分析各指标之间的差异无统计学意义(*P*>0.05,表2)。

2.2 明视无眩光下CSF的结果及其变化 术后1mo各空间频率的CSF低于术前,差异有统计学意义(*P*<0.01),术后6mo时12c/d和18c/d的CSF分别低于术前,差异有统计学意义(*P*<0.05),术后1mo时的3c/d、6c/d和12c/d CSF分别低于术后6mo,差异有统计学意义(*P*<0.05),其余各相同频率的CSF之间的差异无统计学意义(表3,4)。

2.3 矢量分析指标与CSF变化的关系 眩光下BSCVA时,术后1,6mo时的|SIRC|与18c/d的CSF下降呈正相关(*r*=0.537, 0.674, *P*<0.01),其余各参数相关无统计学意义。

## 3 讨论

随着准分子手术在临床的广泛应用,越来越多难以解释和预测的手术相关问题逐渐凸显,亟待解决。某些患者在术前检查详细,手术适应证和禁忌证把握严格,且手术

过程顺利,术后裸眼视力即使 $\geq 1.0$ ,仍会有视物模糊、眩光、光晕、夜间视力下降和对比敏感度下降等视觉质量问题。本研究结果显示,术后1mo时各空间频段的CSF均较术前有所下降( $P < 0.01$ );术后1mo与术后6mo,3c/d、6c/d和12c/d的CSF之间有差别( $P < 0.05$ ),即在逐渐恢复;术后6mo时,3c/d和6c/d的CSF已恢复至术前水平,而12c/d和18c/d的CSF仍未恢复至术前水平( $P < 0.05$ );上述结果与Lee等<sup>[7]</sup>的研究结果相似。

Wolffsohn等<sup>[4]</sup>研究表明,视觉质量可能与散光有关,如散光未及时、彻底矫正将对视觉质量和生活质量有显著影响。而角膜地形图引导<sup>[8]</sup>或虹膜识别<sup>[9]</sup>联合波阵面像差引导的准分子手术,其术后效果优于单纯波阵面像差引导的手术,其原因也可能就是因为实现了对散光的精确矫正。散光是既有大小又方向的矢量,而这一特征却常被临床医生所忽略,因此以往对散光与视觉质量之间关系的研究并不完善<sup>[4,7]</sup>。2006年美国国家标准学会论证并推荐使用标准矢量分析法评价准分子手术对散光的矫正效果<sup>[6]</sup>,此法对散光的评价更系统、更完善,也使得更科学地评价散光矫正效果与视觉质量之间关系的研究成为可能。本研究结果显示,明视无眩光时,术后1,6mo时的|SIRC|与18c/d的CSF下降呈正比,即手术引起的散光矫正量越大则CSF下降越明显。此外,本研究结果中术后1,6mo的EM分别为 $-0.21 \pm 0.29$ 和 $-0.12 \pm 0.31$ ,均为负值,即存在散光过矫的情况,其原因可能是由于准分子手术时按12mm顶点距将散光度换算至角膜平面进行切削治疗,而未考虑主觉验光时实际的顶点距,可能因此出现过矫的情况。值得注意的是,角膜屈光手术后如散光过矫,不仅屈光度会发生过矫,其轴向也会产生变化,患者可能较难适应或出现不规则散光,从而引起视觉质量下降等症状。因此,应选择根据主觉验光时实际的顶点距换算出的角膜平面的散光度值作为手术矫正散光的参数。

综上所述,Epi-LASIK术后6mo内,中高度近视合并中低度散光患者可出现明视无眩光下高频CSF的下降,其下降原因可能与手术引起的散光矫正量有关,因此手术对散光的矫正应尽量精确且不宜过矫,以避免引起术后CSF的下降。

#### 参考文献

- 1 Ondategui JC, Vilaseca M, Arjona M, et al. Optical quality after myopic photorefractive keratectomy and laser *in situ* keratomileusis: comparison using a double-pass system. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(1):16-27
- 2 Kim A, Chuck RS. Wavefront-guided customized corneal ablation. *Curr Opin Ophthalmol* 2008; 19(4):314-320
- 3 Fares U, Suleman H, Al-Aqaba MA, et al. Efficacy, predictability, and safety of wavefront-guided refractive laser treatment: metaanalysis. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(8):1465-1475
- 4 Wolffsohn JS, Bhogal G, Shah S. Effect of uncorrected astigmatism on vision. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(3):454-460
- 5 瞿佳,吕帆,毛欣杰,等. 视觉矫正质量评价研究. *中华眼科杂志* 2003; 39(6):325-327
- 6 Eydelman MB, Drum B, Holladay J, et al. Standardized analyses of correction of astigmatism by laser systems that reshape the cornea. *J Refract Surg* 2006; 22(1):81-95
- 7 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 Cataract Refract Surg* 2003; 29(4):769-777
- 8 Alpíns N, Stamatelatos G. Clinical outcomes of laser *in situ* keratomileusis using combined topography and refractive wavefront treatments for myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(8):1250-1259
- 9 Wu F, Yang Y, Dougherty PJ. Contralateral comparison of wavefront-guided LASIK surgery with iris recognition versus without iris recognition using the MEL80 Excimer laser system. *Clin Exp Optom* 2009; 92(3):320-327