

LASIK 术后眼高阶像差和角膜非球面系数 Q 值的变化

郭永红, 赵瑞博

作者单位:(710014) 中国陕西省西安市, 西安古城眼科医院
作者简介:郭永红, 毕业于西安医科大学, 研究方向:屈光手术。
通讯作者:郭永红. 729481798@qq.com
收稿日期:2010-04-20 修回日期:2010-05-17

Changes of corneal higher-order aberrations and aspherical coefficient Q value after LASIK surgery

Yong-Hong Guo, Rui-Bo Zhao

Department of Ophthalmology, Xi'an Gucheng Eye Hospital, Xi'an 710014, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Yong-Hong Guo. Department of Ophthalmology, Xi'an Gucheng Eye Hospital, Xi'an 710014, Shaanxi Province, China. 729481798@qq.com

Received:2010-04-20 Accepted:2010-05-17

Abstract

• AIM: To observe the changes of ocular higher-order aberrations and corneal aspherical coefficient Q value and high aberration under different pupil diameter after conventional LASIK surgery using laser machine with small scanning spot 2mm active eye tracking system.

• METHODS: Thirty-three patients 60 eyes with myopia were received conventional LASIK surgery. The preoperative and postoperative 3 months records of total order aberrations, third order cornea, the fourth-order spherical aberration and corneal aspheric surface coefficient Q value in pupil diameter of 5mm and 6mm were examined and statistically analyzed.

• RESULTS: After LASIK surgery, 5mm and 6mm pupil diameters, higher order aberrations were increased significantly, especially in the fourth-order spherical aberration. There was significant increase in horizon coma than the vertical coma. Compared with under 5mm diameter higher order aberrations, those under 6mm were significantly increased before and after surgery. Corneal aspheric coefficient Q value significantly changed to the positive direction and there was significant difference after LASIK surgery.

• CONCLUSION: After conventional LASIK surgery with myopia, higher-order aberrations are increased significantly, especially in the fourth-order spherical aberration. After surgery, there is significant increase in the higher-order aberrations under 6mm pupil diameter than under 5mm pupil diameter. Corneal surface aspherical coefficient Q value is changed from negative to positive and there is significantly statistical difference.

• KEYWORDS: refractive surgery; aberration; higher-order aberrations; Q value

Guo YH, Zhao RB. Changes of corneal higher-order aberrations and aspherical coefficient Q value after LASIK surgery. *Int J Ophthalmol (Guoji Yanke Zazhi)* 2010;10(6):1184-1186

摘要

目的:观察 2mm 小光斑飞点扫描伴主动眼球跟踪系统的激光机行常规 LASIK 术后,眼高阶像差和角膜非球面系数 Q 值的改变,同时观察术后不同瞳孔直径下眼高阶像差的变化。

方法:近视患者 33 例 60 眼均接受常规 LASIK 手术,术前和术后 3mo 分别检查记录 5mm 和 6mm 瞳孔直径下总高阶像差、三阶彗差、四阶球差和角膜前表面非球面系数 Q 值,并进行统计学分析。

结果:LASIK 术后,5mm 和 6mm 瞳孔直径下各高阶像差均较术前显著增加,其中四阶球差增加最为显著;术后水平彗差比垂直彗差增加显著;术前术后 6mm 直径下高阶像差均较 5mm 直径下显著增大;LASIK 术后角膜非球面系数 Q 值向正值方向明显变化,差异具有显著性。

结论:近视眼常规 LASIK 术后,各项高阶像差明显增大,其中球差增大最为显著。手术前后 6mm 瞳孔直径下高阶像差均比 5mm 瞳孔直径下高阶像差明显增大。术后角膜表面非球面系数 Q 值由负值变为正值,且增大显著。

关键词:屈光手术;波阵面像差;高阶像差;Q 值

DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2010.06.057

郭永红,赵瑞博. LASIK 术后眼高阶像差和角膜非球面系数 Q 值的变化. 国际眼科杂志 2010;10(6):1184-1186

0 引言

准分子激光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)是目前临床矫正近视的主要手术方法,但是该手术在获得较好的裸眼视力的同时,也引起了不同程度的视觉质量问题,如夜间视力降低、眩光和光晕。随着波阵面像差概念的引入和仪器的临床应用,人们认识到术后视觉质量的下降与眼的波阵面像差的改变关系密切^[1,2],并报道 LASIK 术后的高阶像差增大明显,也有文章报道角膜的非球面性在术后发生了变化^[3]。我们采用 Zywave II 波阵面像差仪和 Obscan II z,分析了 2mm 小光斑飞点扫描伴主动眼球跟踪系统的 LASIK 术后眼高阶像差的变化,同时研究了角膜表面非球面系数 Q 值的变化情况,报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 随机选取 2008-08/2009-08 在我院接受 LASIK 手术,并在术后 3mo 随诊的 33 例 60 眼近视眼患者,男 14 例,女 19 例,年龄 18~44(平均 25.32±6.15)岁。检查:术前检查包括视力、矫正视力、散瞳检影验光、裂隙灯显微镜、检眼镜检查、眼压测量、超声角膜测厚、Obscan II z 角膜地形图、波前像差检查,术后 3mo 复查以上项目。术前屈光

度球镜为-1.50~-9.75(平均-5.63±1.91)D,柱镜为-0.25~-3.25(平均-0.67±0.27)D。波前像差检查采用美国博士伦公司的 Zywave II 像差仪。该仪器采用 Hartmann-Shack 原理。检查在暗室中进行,不用点散瞳药物,向黄斑中心凹投射一束波长为 780nm 的激光,其反射的光线经过瞳孔后被若干个平行凸透镜分解成数十条光线,并分别聚焦至感光系统。根据这些光线聚焦点与理想位置的偏移量便可计算出瞳孔区范围内眼屈光系统的像差。每次检查时,机器给出 5 次重复测定值并剔除差异较大的两组,将余下的 3 组测量值平均后,得出 1 次测量结果。每眼重复检查 5 次,筛选出最佳图像作为检查结果。

1.2 方法 双眼按 LASIK 术前常规消毒铺巾,进行表面麻醉后,以瞳孔为中心放置直径 8.5 或 9.5mm 负压吸引环,用专用压平眼压计测量眼压≥65mmHg 后,用美国博士伦 Hansatome 160μm 角膜板层刀制作蒂在 12:00 位角膜瓣,采用美国博士伦 Technolas 217z-100 型准分子激光机切削角膜基质。切削光学区直径平均值为 5.31±0.40mm (4.8~6.0mm)。切削后复瓣,用 BSS 行角膜瓣下冲洗,术后立即点 3g/L 氧氟沙星眼液 2 次,戴透明硬质眼罩返家。次日复诊,详细术后检查,开始点左氧氟沙星、氟米龙和羟糖甘滴眼液,4 次/d,每周递减 1 次,共用 1mo。

统计学分析:Zywave II 可检查五阶以下的像差,检查结果表述为 Zernike 多项式,根据各项系数可计算出各个像差的均方根(RMS)值,单位是 μm。本研究数据采用 SPSS 12.0/PC 软件进行统计学分析,方法包括配对 *t* 检验,均数±标准差($\bar{x} \pm s$)计算, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 5mm 瞳孔直径下术后高阶像差的变化 5mm 瞳孔直径下,术后总体高阶像差增大 1.58 倍,三阶彗差增大 1.86 倍,四阶球差增大 2.88 倍,均具有非常显著的统计学意义($P < 0.01$),其中球差增大倍数最大(表 1)。5mm 瞳孔直径下,术后水平彗差(Z310)增大 2.5 倍,较垂直彗差(Z311)增大显著。术前术后水平彗差变化有非常显著的统计学意义($P < 0.01$),垂直彗差变化无统计学意义($P > 0.05$,表 2)。

2.2 6mm 瞳孔直径下术后高阶像差的变化 6mm 瞳孔直径下,术后总体高阶像差增大 1.80 倍,三阶彗差增大 1.78 倍,四阶球差增大 3.38 倍,手术前后比较均具有非常显著的统计学意义($P < 0.01$),其中球差增大倍数最大(表 3)。6mm 瞳孔直径下,术后水平彗差(Z310)增大 3.1 倍,较垂直彗差(Z311)增大显著。术前术后水平彗差变化有非常显著的统计学意义($P < 0.01$),垂直彗差变化无统计学意义($P > 0.05$,表 4)。

2.3 手术前后不同瞳孔直径下高阶像差比较 术前 6mm 瞳孔直径下,总体高阶像差、三阶球差、四阶彗差值较 5mm 瞳孔直径下增大 1.69,1.64,2.0 倍,术后上述值分别增大为 1.93,1.58,2.35 倍,术前、术后差异均有显著的统计学意义($P < 0.01$)。

2.4 角膜非球面系数 术前角膜表面非球面系数 Q 平均值为-0.15±0.09(-0.02~-0.36),术后角膜 Q 平均值为+1.23±0.63(+0.18~+2.9)。术后角膜 Q 值向正值方向变化了 1.38。手术前后的变化具有非常显著的统计学意义($P < 0.01$)。

表 1 5mm 瞳孔直径下术后高阶像差的变化和手术前后比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

	总体高阶像差	三阶彗差	四阶球差
术前	0.26±0.11	0.14±0.09	0.08±0.07
术后 3mo	0.41±0.16	0.26±0.15	0.23±0.11

表 2 5mm 瞳孔直径下术后水平和垂直彗差的变化和手术前后比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

	水平彗差 Z310	垂直彗差 Z311
术前	0.06±0.05	0.12±0.10
术后 3mo	0.16±0.14	0.14±0.14

表 3 6mm 瞳孔直径下术后高阶像差的变化和手术前后比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

	总体高阶像差	三阶彗差	四阶球差
术前	0.44±0.18	0.23±0.17	0.16±0.13
术后 3mo	0.79±0.26	0.41±0.24	0.54±0.20

表 4 6mm 瞳孔直径下术后水平和垂直彗差的变化和手术前后比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

	水平彗差 Z310	垂直彗差 Z311
术前	0.08±0.07	0.19±0.18
术后 3mo	0.25±0.22	0.24±0.19

3 讨论

常规 LASIK 手术能达到满意的手术后裸眼视力已被人们公认,随着患者对手术要求的不断提高,术后视觉质量现在已成为人们关注的焦点。LASIK 术后视觉质量下降主要的表现为夜间眩光、视力下降,严重者可影响夜间驾驶。许多研究表明,屈光手术可使眼的高阶像差和角膜非球面系数增大^[1-3]。Mrochen 等^[4]报道,PRK 术后第三阶彗差增大 5.1 倍,第四阶球差增大 4.0 倍;王铮等^[5]报道,LASIK 术后总高阶像差、三阶彗差和四阶球差增大 1.92,1.64,2.46 倍;本研究表明,常规 LASIK 术后,5mm 和 6mm 瞳孔区总高阶像差、三阶彗差和四阶球差较术前增大 1.58~3.38 倍,其中以第四阶球差增大最为明显。术后高阶像差的明显增加与以下因素有关。

3.1 角膜的非球面性改变 正常角膜表面中央曲率大,周边曲率稍小,角膜前表面非球面系数 Q 值为负值。本研究中,近视人群术前 Q 值为-0.15±0.09,比 Koray 等^[6]报道的正常角膜表面的 Q 值-0.26 略低。术后 Q 值为+1.23±0.63,向正值方向变化明显,与术前相比差异显著($P < 0.01$)。因为目前的切削模式使术后角膜非球面性发生显著改变,所以本研究中术后 6mm 瞳孔直径下四阶球差较术前增大了 3.38 倍,比 Mrochen 等^[4]报道的 4.0 倍稍低,但比王铮等^[5]报道的 2.46 倍高。

3.2 偏中心切削 Mrochen 等^[4]报道,亚临床的偏中心切削(<1mm)是导致屈光术后彗差增大的主要原因。本研究中采用的准分子激光系统有主动眼球跟踪功能,可较无主动眼球跟踪的系统大大减少手术偏中心切削现象,所以术后 6mm 瞳孔直径下三阶总彗差只增加 1.78 倍,比 Mrochen 等^[4]报道 PRK 术后第三阶彗差增大 5.1 倍的变

化量明显降低;比王铮等^[5]报道的用相同激光系统 LASIK 术后三阶总彗差增大 1.64 倍相似。

3.3 角膜瓣及伤口的愈合反应 LASIK 术中制作角膜瓣也可导致眼高阶像差的改变,这与手术中使用的角膜刀类型和角膜瓣蒂所在的部位有关^[7]。本研究中,手术采用博士伦 Hansatome 160 μ m 旋转型角膜板层刀制作蒂在 12:00 位角膜瓣,在 5mm,6mm 瞳孔直径下,术后水平彗差增大 2.5 和 3.1 倍,有非常显著的统计学意义;垂直彗差增大 1.17 和 1.26 倍,无统计学意义(表 2,表 4)。术后水平彗差增大倍数明显高于垂直彗差,这与 Ioannis 等^[8]报道的 LASIK 术中角膜瓣的制作主要使角膜瓣蒂所在的轴向上的彗差增大不一致。其原因可能是使用旋转型角膜刀,制瓣时均由角膜颞下向上方切开角膜基质,双眼角膜瓣可能出现鼻侧和颞侧厚度不均匀现象,从而使愈合后出现水平彗差变化大于垂直彗差的现象。

3.4 瞳孔与像差的关系 据 Martinez 等^[9]研究报道,PRK 术前在 7mm 瞳孔下和 3mm 瞳孔下,彗差和球差分别增大 12 倍和 7 倍。术后则分别增大 40 和 300 倍,这是因为术后当瞳孔散大时,光线经过切削的光学区边缘进入眼内,使像差成倍增加,这也是术后夜间视力下降、眩光和光晕的主要原因。本研究中,术前 6mm 比 5mm 瞳孔区的总高阶像差、三阶彗差、四阶球差分别增大 1.69,1.64,2.0 倍,术后上述值分别为 1.93,1.58,2.35 倍。虽然本研究中激光切削直径平均值为 5.31 \pm 0.40 mm(4.8~6.0mm),但术中采用 2mm 小光斑飞点扫描伴主动眼球跟踪系统,其修边过渡区均大于 8.0mm,所以术后上述高阶像差 6mm 比 5mm 瞳孔区增大倍数与术前相似,比文献报道的要明显减小。

综上所述,近视眼常规 LASIK 术后高阶像差比术前

明显增大,无论术前术后 6mm 瞳孔区均显著大于 5mm 瞳孔区的高阶像差,并以球差增大为主,同时术后角膜前表面非球面系数 Q 值变为正值,且数值增大明显。屈光手术后波前像差长期的变化趋势有待进一步观察。

参考文献

- 1 Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Comparison of corneal wave-front aberrations after photorefractive keratectomy ad laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999;127(1):1-7
- 2 Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 2000;118(1):17-21
- 3 Holladay JT, Dudeja DR, Chang J. Functional vision and corneal changes after laser *in situ* keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing, and corneal topography. *J Cataract Refract Surg* 1999;25(5):663-669
- 4 Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Increased higher order optical aberration after laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27(3):362-369
- 5 王铮,杨斌,黄国富,等. Zyoptix 波前引导准分子激光原位角膜磨镶术治疗近视眼的临床疗效分析. *中华眼科杂志* 2004;40(1):9-12
- 6 Koray B, Timothy TK, Neil JF, et al. Evaluation of relationships among refractive and topographic parameters. *J Cataract Refract Surg* 1999;25(6):814-820
- 7 Porter J, MacRae S, Yoon G, et al. Separate effects if the microkeratome incision and laser ablation on the eye's wave aberration. *Am J Ophthalmol* 2003;136(2):327-337
- 8 Ioannis G, Georfe D, Sophia I, et al. Induced optical aberrations following formation of a laser *in situ* keratomileusis flap. *J Cataract Refract Surg* 2002;28(10):1737-1741
- 9 Martinez CE, Applegat RA, Klyce SD, et al. Effect of pupil dilation on corneal optical aberrations after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1998;116(8):1053-1062