

LASIK 术后角膜地形图和波阵面像差的改变及其与视觉质量的关系

段练 宋鄂 张岩 安芳 李芳 刘涛涛 毕明超

【摘要】 目的 探讨标准 LASIK 术后角膜地形图、波阵面像差改变与视觉质量的关系。方法 检查 LASIK 术后患者 133 人 (266 眼), 根据术前等效球镜度 (spherical equivalent, SE) 分为低、中、高、超高度近视 4 组。分别于术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月、1 年检查裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA)、SE、角膜地形图、波阵面像差及满意度调查。结果 术前平均最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 为 1.06 ± 0.09 , 术后 1 年平均 UCVA 为 1.09 ± 0.12 , 角膜地形图形状以平滑型为主 (75.19%), 视觉质量满意度为 96.99%。术后模拟角膜计读数 (simulated keratometry, SimK) 等效值、SimK 差较术前明显减小 ($P < 0.01$)。术后不同时期比较 SimK 值无显著改变 ($P > 0.05$); 分组比较低、中度组术后 1 个月、3 个月、6 个月及 1 年间 SimK 值无显著变化 ($P > 0.05$), 但高度和超高度组术后 6 个月内 SimK 值增大, 差异有显著性 ($P < 0.05$), 6 个月及 1 年间无明显改变 ($P > 0.05$)。术后各组总体像差均方根值 (root of mean square of general aberration, RMSg) 明显减小 ($P < 0.01$), 高阶像差均方根值 (root of mean square of higher aberration, RMSh) 增大 ($P < 0.05$), C4 减小, C7、C8、C12 增大, 且 C4、RMSg 的改变与术前 SE 有相关性 ($P < 0.01$)。角膜地形图 Simk 值及波阵面像差与术后视力无线性相关性 ($P > 0.05$)。结论 术后 6 个月内低、中度近视地形图 Simk 值较稳定, 而高度近视地形图 Simk 值 6 个月后才趋于稳定。术后 RMSg 减小, RMSh 增加。角膜地形图 Simk 值及波阵面像差与术后视力无线性相关性。但角膜地形图的形态、Zernike 函数 C7 增大、C12 增大与术后视觉质量关系密切。

【关键词】 LASIK; 角膜地形图; 波阵面像差

The correlation between the change of corneal topography and wavefront aberration and visual quality after LASIK Song E, Zhang Yan, DUAN Lian, et al. Ophthalmological institute of First Affiliated Hospital of Jilin University, Changchun, 130021, China

【Abstract】 Objective To analyze the relationship between the change of corneal topography and wavefront aberration and visual quality after LASIK (laser in situ keratomileusis). Methods This is a prospective clinical study. Preoperatively and postoperatively, uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), spherical equivalent (SE) and aberrations were evaluated on each patient. The patients were divided into four different groups according to the SE diopter before the surgery. We used SPSS13.0 statistic software to analyze the data. Results Preoperatively, BCVA was 1.06 ± 0.09 . Seven days after surgery, UCVA was 1.07 ± 0.14 , 1 year after operation, UCVA was 1.09 ± 0.12 and the rate of satisfaction was 96.99%, with 1.50% of glare, 0.75% of dizziness and 0.76% of visual fatigue. Overtime, visual acuity and visual satisfaction improved postoperatively. The equivalent SimK (simulated keratometry), Simk difference minished ($P < 0.01$), especially in the high and hyper myopia group, the numerical value was different until 6 months after operation ($P < 0.05$). In the Allegretto exam, RMSg (root mean square of general aberrations) decreased and RMSh (root mean square of high order aberrations) increased after surgery in each group ($P < 0.05$). C4 decreased, C7, C8 and C12 increased, but the chang of C8 was not significant. The difference of C4 and RMSg had relativity with preoperative SE, but there was no relativity between the visual acuity and SimK, wavefront aberration ($P > 0.05$). Conclusions The shape of topography after operation and the decrease of C7, the in-

作者单位: 130021 长春, 吉林大学第一医院眼科

通讯作者: 宋鄂, Email: Songe@21cn.com

crease of C12 were related to visual quality, and the shape、SimK were jarless postoperatively. The higher order aberration increase after LASIK, and there was no significant relationship between RMSH and visual acuity and quality.

【Key Words】 Keratomileusis, Laser in situ; Corneal topography; Wavefront aberration, Visual quality

LASIK 以其较高的有效性、安全性、可预测性成为应用最为广泛的矫正屈光不正的手术之一^[1], 随着该手术的广泛开展, 手术设备不断更新, 手术技术日益提高, 无论是医生还是患者, 都不再只关心术后的视力, 而是对术后的视觉质量愈发重视。因此, 手术后的效果不应仅用视力来衡量, 还应包括视觉质量。视觉质量是指患者术后视物的舒适程度, 是患者的主观感受, 部分患者术后视力可达到 1.0 甚至以上, 但有眩光、光晕或视疲劳的抱怨。目前尚没有一个确切的参数可用来定量地评价患者术后的视觉质量, 新发展起来的个体化切削手术方案, 包括角膜地形图引导、波阵面像差引导及 Q 值引导的准分子激光手术, 都是希望通过某种个体化参数的设置或调整, 提高每一个患者术后的视觉质量。本文回顾性研究 2004 年 10 月~2005 年 10 月就诊于吉林大学第一医院视光中心的 LASIK 手术患者 133 人 (266 眼), 探讨术后角膜地形图、波阵面像差的变化与视觉质量的相关性, 以期为个体化切削手术方案提供理论依据。

资料与方法

1. 临床资料: 2004 年 10 月~2005 年 10 月就诊于吉林大学第一医院视光中心的 LASIK 手术患者 133 人 (266 只眼), 男 59 人 (118 只眼), 女 74 人 (148 只眼), 年龄 18~46 岁, 平均 (23.9±5.3) 岁。SE=-0.75~-11.0D, 平均 (-5.62±2.21) D, 根据不同的 SE, 分为低度 (-0.50~-3.00D)、中度 (-3.25~-6.00 D)、高度 (-6.25~-8.00D) 和超高度 (≥ -8.25 D) 近视 4 组。入选患者均为屈光度稳定 2 年以上, 排除眼部其他病变, 停戴角膜接触镜 2 周以上, 无全身结缔组织病变和自身免疫性疾病。

2. 方法

(1)术前检查: ① UCVA, ② 自动电脑验光仪验光 (日本 Topcon 公司, KR-8100), ③ 非接触式眼压计测量眼压 (日本 Topcon 公司, CT-80), ④ 综合验光仪主觉验光 (日本 Topcon 公司, ACP7), BCVA, ⑤ 角膜地形图 (日本 TOMEY 公司, TMS-3, V2.26) 检查, ⑥ 超声角膜测厚仪 (日本 TOMEY

公司, Pachy Meter SP-3000) 测量角膜中央厚度, 取最薄点, ⑦ 裂隙灯检查, ⑧ 暗室下的瞳孔直径, ⑨ Allergretto 客观式波阵面像差分析仪 (德国 Wavelight Laser Technology AG 公司) 检查散瞳后瞳孔直径 > 7mm 时波阵面像差, ⑩ 泪膜破裂时间, ⑪ 散瞳后全视网膜镜眼底检查, ⑫ 泪液分泌试验。

(2)手术: 术前提前 3 天泰利必妥 (日本 Santen 公司) 滴眼 3 次/日, 爱丽 0.1 (日本 Santen 公司) 3~4 次/日。签署手术知情同意书, 手术在表面麻醉下进行。术上用倍诺喜 (日本 Santen 公司) 点眼 2 次, 开睑器开睑, 根据情况选择瓣厚 130~160 μ m, 全自动微型角膜刀 (法国 Moria 公司, M2) 做角膜板层切开, 蒂置于上方, 掀开瓣后, 行准分子激光切削 (美国科医人公司, 鹰视世纪波-1009), 激光切削方式为小光斑飞点扫描, 光斑直径 0.95mm, 频率 200Hz, 切削完毕后, 角膜瓣复位, 生理盐水冲洗, 对位良好后典必舒 (Alcon 公司) 滴眼。

(3)术后用药: 常规 0.1% 氟美童 (日本 Santen 公司) 滴眼 4 次/日, 根据术前屈光状态、术后复查情况决定激素用量及时间, 泰利必妥滴眼 4 次/日, 共 1 周, 根据情况爱丽 0.1 滴眼 3~6 个月。

(4)术后检查: 分别于术后第 1 日、第 7 日、1 个月、3 个月、6 个月、1 年复查 UCVA、验光、角膜情况、角膜地形图及调查视觉质量满意度, 术后 6 个月散瞳检查波阵面像差。术后较术前戴镜视觉质量好或相同者为满意, 否则为不满意, 不满意者主诉包括眩光、光晕、夜间视力差和视疲劳。

(5)数据采集及处理方法: ① 角膜地形图检查采用计算机辅助的角膜地形图系统 (TMS-3, V2.26), 所有检查由同一熟练技师操作, 每眼做 4 次摄影, 选择重复性好、泪膜均匀、offset 值正位的图形, 记录角膜地形图形状、SimK 等效值即 (Simk1+Smik2)/2、SimK 差值即 Simk1-Smik2。② 波阵面像差检查采用 Allegretto 客观式波阵面像差分析仪获取, 散瞳至瞳孔 > 7.0mm 时测量, 由同一熟练技师操作, 每眼采集 4 张图像, 选择重复性好、泪膜均匀、Wavefront Refraction 与 Clinical Refraction 值接近者收集数据。我们选择性记录手术前及术后 3 个月波阵面像差中对应于几何光学的像差项, 包括代表离

焦的 C4, X 轴、Y 轴方向的三阶彗差 C7、C8, 4 阶球差 C12 项的 Zernike 函数值, 总像差的均方根值 RMSg 及总高阶像差均方根值 RMSH。如患者检查当日泪膜状态不佳, 包括泪膜不均匀、不连续、分析面积小等, 则需应用爱丽 0.1 日 4-6 次点眼, 一周后复查。应用 SPSS13.0 统计学软件包, 对同组患者不同测量值间采用单样本 t 检验, 对不同组患者同一测量值间采用单因素方差分析, 与视力的相关性采用相关性分析。

结 果

1. 视力与视觉质量满意度: 术前平均 BCVA 为 1.06 ± 0.09 , 术后 1 周平均 UCVA 为 1.07 ± 0.14 , 术后 1 个月为 1.09 ± 0.13 , 术后 3 个月为 1.13 ± 0.12 , 术后 6 个月为 1.09 ± 0.14 , 术后 1 年为 1.09 ± 0.12 。术后 UCVA 可达到术前 BCVA, 且较稳定。随着时间的推移, 角膜基质自行修复, 患者对视觉质量的满意度逐渐提高。术后满意度见表 1。

表 1 266 眼术后视觉满意度调查

术后时间	满意	不满意			
		眩光	光晕	夜间视力差	视疲劳
1 周	228(85.71%)	12(4.51%)	10(3.76%)	4(1.50%)	12(4.51%)
1 个月	242(90.98%)	6(2.26%)	8(3.01%)	4(1.50%)	6(2.26%)
3 个月	248(93.23%)	6(2.26%)	6(2.26%)	4(1.50%)	2(0.75%)
6 个月	252(94.74%)	6(2.26%)	6(2.26%)	0	2(0.75%)
1 年	258(96.99%)	4(1.50%)	2(0.75%)	0	2(0.75%)

2. 角膜地形图形态: 266 只眼 LASIK 术后角膜中央的形态发生一定改变。术前角膜地形图表现为对称领结形 100 眼 (37.60%), 非对称领结形 58 眼 (21.80%), 圆形 52 眼 (19.50%), 椭圆形 46 眼 (17.23%), 不规则形 10 眼 (3.87%)。由于四组患者地形图均于术后 6 个月时基本稳定, 故统计术后 6 个月复查的角膜地形图形态, 主要表现为以下 3 种: 平滑型 200 眼 (75.19%), 半环型 12 眼 (4.51%), 肾型 54 眼 (20.30%)。未发现偏中心切削或中央岛的地形图表现。

3. SMIK 等效值与差值: ① 总体: 术后 SimK 等效值、SimK 的差值均较术前减小, 差异有显著意义 ($F=1.879, F_2=1.952, P<0.05$), 但术后 1 个月、3 个月、6 个月与 1 年之间, 差异无统计学意义 ($P>0.05$) (表 2), 说明 LASIK 术后随着时间的推移, 地形图 Simk 值改变不明显, 术后效果稳定。② 不同近视组情况: 低、中度组术后各期差异无显著

性 ($P>0.05$), 而高、超高度两组术后 1 月与 3 月、3 月与 6 月间 simK 等效值增大, 变化显著 ($F_1 \text{高}=2.136, F_2 \text{高}=2.017, F_1 \text{超}=2.235, F_2 \text{超}=2.105, P<0.05$), 直到术后 6 月与 1 年间比较差异无统计学意义 (表 3)。

表 2 LASIK 术前与术后 SimK 及差值的比较 ($\bar{x} \pm s$)

	术前	术后 1 月	术后 3 月	术后 6 月	术后 1 年
SimK 的差值	1.11 ± 0.57	$0.77 \pm 0.40^*$	0.69 ± 0.36	0.79 ± 0.35	0.73 ± 0.43
SimK 等效值	43.47 ± 1.23	$8.54 \pm 1.80^{**}$	39.07 ± 1.80	39.33 ± 1.59	39.94 ± 1.54

$F^*=1.879, F^{**}=1.952, P<0.05$

表 3 各组患者不同时期 SimK 值的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 月	术后 3 月	术后 6 月	术后 1 年
低度	42.90 ± 0.97	40.34 ± 1.11	39.89 ± 1.59	40.27 ± 0.24	40.12 ± 0.34
中度	43.55 ± 1.30	39.17 ± 1.41	39.64 ± 1.63	40.09 ± 1.26	39.21 ± 0.41
高度	43.71 ± 1.29	37.60 ± 1.31	$38.05 \pm 1.45^*$	$38.75 \pm 1.14^{**}$	37.84 ± 1.29
超高度	43.37 ± 0.98	36.11 ± 0.99	$36.65 \pm 1.80^*$	$37.21 \pm 0.17^{**}$	36.86 ± 1.70

高度组: $F^*=2.136, F^{**}=2.017, P<0.05$; 超高度组: $F^*=2.235, F^{**}=2.105, P<0.05$

4. SimK 值与术后 UCVA 的相关性分析: 未见明显相关性, $P>0.05$, 见图 1。

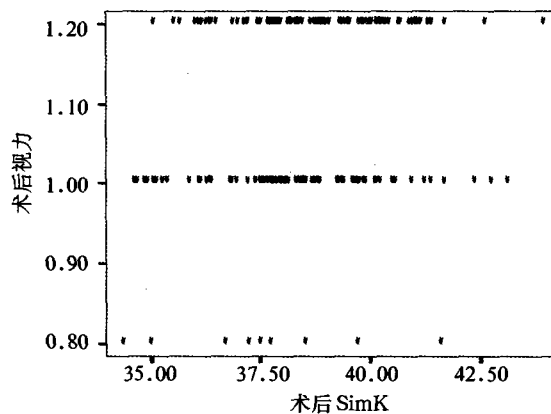


图 1 SimK 值与术后 UCVA 的相关性分析

5. 地形图形态与视觉质量满意度的关系: 因在术后 6 个月时四组患者角膜地形图均已基本稳定, 故统计术后 6 个月时的角膜地形图形态与视觉质量满意度。地形图呈平滑型者满意度为 99%, 半环型满意度为 66.67%, 肾型满意度为 85.19%, 见表 4。

6. Zernike 函数值的改变: 所有患者暗室下瞳孔直径范围为 4.4-7.8mm, 平均 (6.2 ± 1.5) mm, 故选择瞳孔直径为 6.0mm 时统计波阵面像差数据。术后 3 个月总体像差均方根值 RMSg 较术前减小 ($t=2.605, P<0.01$), 高阶像差均方根值 RMSH 增大 ($t=2.068, P<0.05$)。Zernike 函数值 C1-C27 代表实际波阵面与参考波阵面的距离, 在前为正,

表 4 术后 6 个月地形图形态与视觉质量满意度的关系

形态	眼数	满意	不满意		
			眩光	光晕	夜间视力差 视疲劳
平滑型	200	198(99%)			2
半环型	12	8(66.69%)	2	2	
肾型	54	46(85.19%)	4	4	
总计	266	252(94.74%)	6(2.26%)	6(2.26%)	2(0.74%)

在后为负,故比较大小时以绝对值为准。Zernike 函数 C4 减小 (P<0.05), C7、C12 增大 (P<0.05), C8 增大但差异无统计学意义 (P>0.05), 见表 5。

表 5 术后各项主要 Zernike 函数值变化 ($\bar{x} \pm s$)

Zernike 值	术前	术后 3 月
C4	4.25029 ± 1.57088	0.51974 ± 0.70589
C7	0.00657 ± 0.32287	-0.24896 ± 0.35357
C8	0.00436 ± 0.08162	-0.01256 ± 0.42574
C12	0.02992 ± 0.14038	0.16452 ± 0.18532
RMSg	3.33847 ± 1.20567	1.09828 ± 0.98876
RMSh	0.19350 ± 0.28526	0.54073 ± 0.61793

tRMSg=2.605, P<0.01, tRMSh=2.068, tC4=1.856, tC7=1.724, tC12=1.788, 均 P<0.05

7. 波阵面像差 Zernike 函数值与术前屈光度的关系: C4、RMSg 的改变与术前 SE 有相关性, 分别为 r1=0.892, P<0.01 (图 2)、r2=0.695, P<0.01, 见图 3, 而 C7、C8、C12 和 RMSh 则与 SE 无明显相关性。

8. 波阵面像差与视力的相关性: 未见明显相关性, P>0.05, 见图 4。

9. 波阵面像差与视觉质量的关系: 术后患者 C4、RMSg 均较术前减小, C7、C12、RMSh 增大, 而 C8 的增大无统计学意义, 其与视觉质量满意度的关系见表 4。可见 y 轴方向的彗差增大和 4 阶球差 C12 增大的患者对视觉质量的满意度较高, 而 x 轴方向

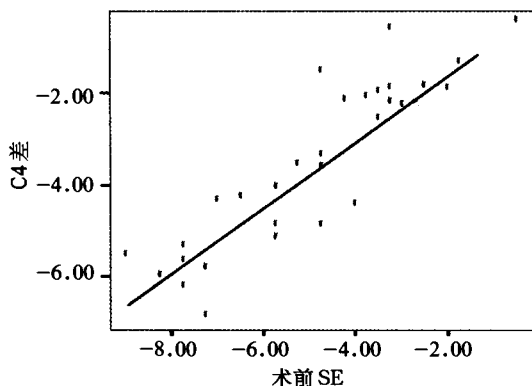


图 2 C4 的变化与 SE 的相关性分析

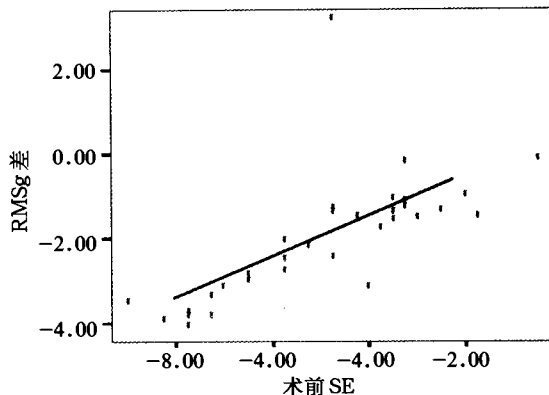


图 3 RMSg 的变化与 SE 的相关性分析

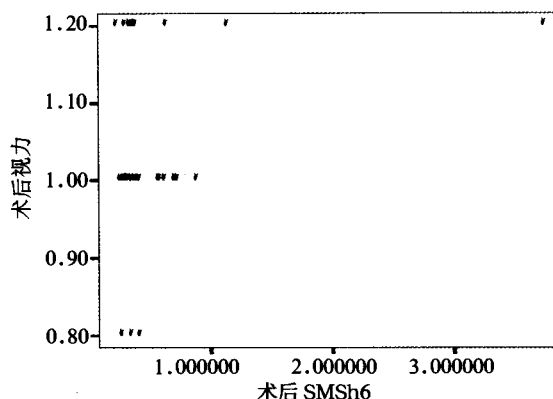


图 4 RMSSh 与视力的相关性分析

的彗差 C8 则视觉质量无明显关系, 见表 6。

表 6 术后 3 个月波阵面像差与视觉质量的关系

	眼数	满意	不满意
C7 减小	26	12 (4.51%)	14 (5.26%)
C7 增大	240	236 (88.72%)	4 (1.51%)
C8 增大	134	124 (46.62%)	10 (3.76%)
C8 减小	132	124 (46.62%)	8 (3.00%)
C12 增大	182	166 (62.41%)	16 (6.02%)
C12 减小	84	82 (30.83%)	2 (0.74%)

讨 论

准分子屈光手术患者要求术后不仅要看得清晰, 更要看得舒适, 所以人们对术后的视觉质量越来越重视。角膜地形图和波阵面像差的检查, 可以从另一个角度反映视觉质量的情况, 帮助解释部分患者术后视力提高但仍感视物不适的原因。我们随访观察 LASIK 术后角膜地形图 Simk 等效值及差值、形态, 波阵面像差 Zernike 函数 C4、C7、C8、C12 及 RMSg、RMSh 的变化, 并调查术后患者对视觉质量的满意度, 并针对上述指标进行分析, 进一步讨论角膜地形图及波阵面像差检查在 LASIK 术后视觉

质量评估中的作用。

一、角膜地形图

角膜地形图检查的目的在于术前筛查圆锥角膜等手术禁忌症；预测术后视力；确定角膜散光及其轴位；了解角膜屈光度，确定手术区域及手术量；术前设计好特殊角膜形态的切削中心、切削量等^[2]。术后动态观察角膜情况，判断手术效果，及早预测屈光回退并尽早采取措施，包括加强随诊、指导用药等，减少术后屈光回退^[3]。评价角膜地形图主要根据其形态和各种参数值，如表面规则指数 SRI、角膜表面非对称指数 SAI、模拟角膜镜测量值 SimK 等的变化，而这些参数也受到多种因素的影响，包括测量时泪膜状态、选图等。为了避免这些误差，我们对泪膜状态不佳的患者提前应用人工泪液滴眼，使泪膜恢复完整均匀后再进行角膜地形图的检查，并坚持所有地形图采集工作由经验丰富的同一技师完成，选择重复性好的图形记录数据。

1. 术后角膜地形图 Simk 值的变化：我们的研究中，患者术后 Simk 等效值较术前减小，并在 1 年的随访时间内逐渐平稳，证明手术的有效性和可靠性，特别是中、低度近视组，术后 SimK 值基本稳定，而对于高度和超高度近视组，由于激光切削较深，角膜修复的时期长，因此角膜地形图在 6 个月内仍在变化，直到 1 年才基本稳定。有资料报道，准分子手术后的角膜基质再生修复过程可达到术后 16 个月。SimK 值是反映术后角膜基质变化的一个参数，也反映角膜的稳定性，屈光度越高，手术对组织的损伤越大，愈合时间越长，组织增生越明显，实际切削的深度较理论上切削的深度浅，SimK 所反映的回退也越显著^[3]。本研究中 Simk 等效值于术后 6 个月趋于稳定，未发现有增大回退的趋势。王跃静等发现，LASIK 术后 2-3 年，根据 OrbscanII 角膜地形图测得角膜厚度大于术前预留厚度，认为原因在于①术中实际切削的量小于激光机显示的数据，②术中角膜瓣和基质床对合时存在微小间隙，③切口愈合时有一定量的纤维增生^[4]。故考虑我们的 Simk 统计结果可能与随访的时间短或激光仪器的工作原理不同有关。Simk 差值反映了存在于角膜上的散光情况，术后 Simk 差值减小，说明激光切削均匀，角膜表面中央光学区屈光力接近，同时反映角膜地形图的其他参数如 SAI、SRI 也有相应改变。

2. 术后角膜地形图形态的变化及其与视觉质量的关系：本研究中术后角膜地形图的形态以平滑型为主 (75.19%)，而呈现这种类型的患者对术后视

觉质量的满意度都较高，很少出现眩光、光晕的现象，而半环型、肾型者，则有眩光、光晕、夜间视力差等不适主诉。这种情况主要与激光切削不均匀引起角膜相邻部位屈光力差距较大有关。重视术前瞳孔直径的测量、光区的调整及术中的眼位配合可确保术后角膜中央切削均匀，提高视觉质量。张小梅等发现手术前后角膜地形图形态对术后视力有一定影响^[5]。与我们的研究结果相符。角膜地形图检查还可以指导用药预防回退，或引导回退后的二次手术^[6]，并计算屈光手术后人工晶体的度数^[7]。

二、波阵面像差

由于客观条件限制仅术后 3 个月复查了波阵面像差检查，故未根据术前 SE 进行分组对照。以 Tscherning 理论为基础的 Wavefront Analyzer 由倍频 ND: YAG 激光 (K=532nm) 发出一组距阵 13 × 13，直径 0.13mm 平行光束照射到角膜上，光束经至少放大到 7.0mm 直径的瞳孔进入眼底，形成波前，和理想的球面波相比较，两者之间的偏差称波前像差。

1. 术后总像差与高阶像差的变化及与视觉质量的关系：Maria 等指出准分子屈光手术后总像差减少而高阶像差增加^[8]，与我们的研究所得结论相符。由于低阶像差（包括倾斜和离焦）占总像差的绝大部分，而高阶像差仅有一小部分，故术后总像差减小从另一角度证明了 LASIK 的有效性。引起高阶像差增加的原因很多，包括角膜的非球面性改变、术后角膜的修复过程、晶体的调节等。本研究中 LASIK 术后总体像差减少，而高阶像差增加，与视力无明显相关性，总像差的变化，与术前屈光度存在线性相关，但高阶像差的变化与其无明显相关，提示了并非所有的高阶像差都会影响视觉质量，有些高阶像差甚至对视觉质量的提高是有益的^[9-11]，因此可以解释很多具有超视力的飞行员也可检测到较大的高阶像差。因此，目前很多屈光手术专家认为，减少医源性球差比追求更小的高阶像差更有意义。

2. 术后 Zernike 函数项的改变及与视觉质量的关系：Zernike 函数值 C1-C27 代表实际波阵面与参考波阵面的距离，在前为正，在后为负，故比较大小时以绝对值为准。在术后，由于屈光手术矫正了包括球柱镜在内的低阶像差，使得总体像差减小，但高阶像差增大，尤其是代表彗差的 C7、C8 和代表球差的 C12。但随着时间的推移，增大的球差和彗差又有减小^[10]。研究表明，波阵面像差的检查受多种因素的影响，包括泪膜的状态，瞳孔直径，调

节, 屈光度, 屈光间质的透明性, 年龄等各方面, 例如瞳孔大小可影响像差的大小, 当瞳孔散大时, 光线经过切削区和非切削区的连接部, 增加了像差, 降低了视网膜图像的对比度^[12]。这即为在较小的切削区和较大的瞳孔直径下夜间眩光和光晕现象的原因。在大瞳孔下, 像差的影响因素增加约 10—20 倍^[13—16]。我们的研究中术后代表近视、远视的离焦 C4 减小, 且与术前的 SE 存在线性相关性, 证明了 LASIK 的有效性, 代表 y、x 方向彗差的 C7、C8 和 4 阶球差 C12 均增大, C8 增大无统计学意义考虑与样本量小有关。C7 增大、C12 增大者与视觉质量的关系较为密切, 证明 C7 和 4 阶球差 C12 的增大并未影响视觉质量, 甚至对视觉质量是有益的, 需提高样本量及延长随访时间进一步明确其对视觉质量的影响。

基于波阵面像差理论而发展起来的波阵面像差引导的个体化切削, 希望在治疗近视、散光的同时, 将整个屈光系统的像差都加诸在角膜上解决, 而事实上很难做到, 因为影响像差的很多因素如屈光间质密度的改变、晶体的调节等, 都不是可以人为控制的, 且手术的同时改变了角膜中央凸、周边平的非球面状态, 打破了眼整体的像差平衡, 人为的引入了球差^[17—18]。于是光物理学专家将 Q 值的概念引入到准分子屈光手术中来, 希望通过保证手术前后角膜非球面形态的一致性来减少影响视觉质量的医源性球差^[19]。

三、视觉质量

目前公认的评价视觉质量的指标包括视力、对比敏感度和主观感受。对比敏感度对人眼视觉质量的评估比视(敏度)力要灵敏。视力是在高对比度下测得的对比敏感度函数上的一点^[20], 即中央视力, 反映的是黄斑中心凹对高对比度目标的空间分辨力, 在视觉生理上它远不及对比敏感度反映得全面, 如在临床上有些患者自觉视力已下降, 而视力仍是正常值 1.0^[21]。因此, 仅仅依靠角膜地形图和波阵面像差, 甚至目前研究的热点 Q 值, 都难以完善地解释视力提高而视觉质量下降的问题。患者的主观感觉是对视觉质量主要评价, 它与每个患者的年龄、职业、用眼习惯、术前矫正视力及优势眼、主视眼、暗室瞳孔直径、运动爱好、手术目的、术后的工作环境等都有一定的关系。因此, 为了得到更好的手术效果, 要综合考虑每个患者的特殊性, 采用适合其本人的个体化切削方案, 这是今后准分子屈光手术的主要发展方向。

参 考 文 献

- 1 Patel, Niraj P, Clinch, et al. Comparison of visual results in initial and re-treatment laser in situ keratomileusis procedures for myopia and astigmatism. *Am J Ophthalmol*, 2000, 130(1): 1-11
- 2 陆文秀, 周跃华, 牛波. 角膜地形图检查及其在激光角膜屈光手术中的应用. *眼科*, 2002, 11(5): 260-264
- 3 齐颖, 李志辉, 陆文秀, 等. 准分子激光原位角膜磨镶术后不同时期角膜地形图的变化. *眼科*, 2001, 10(6): 341-342
- 4 王跃静, 王育良, 王爱民. LASIK 术后 2-3 年角膜前后表面及厚度的变化. *眼视光学杂志*, 2002, 4(3): 150-151
- 5 张小梅, 唐罗生, 王华, 等. 准分子激光原位角膜磨镶术前眼角膜地形图形态分析. *中国现代医学杂志*, 2005, 15(1): 92-95
- 6 齐虹, 夏英杰, 陈跃国, 等. 准分子激光角膜原位磨镶术后屈光度数欠矫及回退再次手术探讨. *中华眼科杂志*, 2002, 38(2): 72-75
- 7 元力, 何燕玲, 黎晓新. LASIK 术后角膜前表面屈光力测定. *眼科研究*, 2005, 12, 23(6): 644-646
- 8 Maria Regina Chalita, MD, Sai Chavala, MD, MengXu, MS, et al. Wavefront analysis in post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraction and topography. *Ophthalmology*, 2004, 11(1): 3-10
- 9 朱映芳, 郭小健, 王华, 等. 准分子激光原位角膜磨镶术对近视眼高阶像差的影响. *眼视光学杂志*, 2005, 7, (1): 11-14
- 10 王金额, 王勤美, 王丹梅, 等. LASIK 术后眼波前像差的变化. *眼科研究*, 2004, 22(2): 183-186
- 11 王金额, 王勤美, 王丹梅, 等. 角膜屈光手术对眼波前像差的影响. *中华眼科杂志*, 2003, 39(6): 328-334
- 12 Roberts CW, Koester CJ. Optical zone diameters for photorefractive corneal surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1993, 34: 2275-2281
- 13 Cshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Comparison of cornea wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol*, 1999, 127(7): 1-7
- 14 Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol*, 2000, 118: 17-21
- 15 Hjortdal J, Olsen H, Ehlers N. Prospectiv randomized study of corneal aberrations 1 year after radial keratotomy or photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*, 2002, 18: 23-29
- 16 Oliver KM, Hemenger RP, Corbett MC, et al. Corneal optical aberrations induced by photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*, 1997, 13: 246-254
- 17 Hersh PS, Fryk, Blaker JW. Spherical aberration after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy, Clinical results and theoretical modeps of etiology. *J Cataract Refract Surg*, 2003, 29(11): 2096-2104
- 18 Effect of optical zone ablation diameter on LASIK-induced higher optical aberrations. *J Refract Surg*, 2005, 21(2): 141-143
- 19 Somani S, Tuan KA, Chernyak D. Corneal asphericity and retinal image quality: a case study and simulations. *J Refract Surg*, 2004, 20(5): 581-585
- 20 Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopia astigmatism *Arch Ophthalmol*, 2000, 118: 17-21
- 21 江扬子, 王勤美. 近视散光眼高阶像差和视觉质量的关系. *眼视光学杂志*, 2002, 12, 4(4): 198-200.

(收稿时间: 2006-06)