

准分子激光原位角膜磨镶术与角膜上皮磨镶术对中高度近视高阶像差影响的对比研究

吴莹 褚仁远 周行涛 戴锦晖 汪琳

【摘要】 目的 比较准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)和准分子激光上皮磨镶术(LASEK)对中高度近视眼高阶像差的影响。方法 选择中高度近视行准分子激光屈光手术的连续病例 27 例(41 眼),其中 LASIK 14 例(23 眼)、LASEK 13 例(18 眼)。使用 Zeiss-WASCA 客观像差仪在术前和术后 6 月测量患眼暗室自然瞳孔下的波前像差。结果 术后 6 月两组总高阶像差均方根(RMS_H)以及 3~5 阶高阶像差均方根(RMS_{3~5})均明显高于术前,以 RMS₄ 最明显。LASIK 组术后 RMS_H 的增幅高于 LASEK 组(P=0.042)。LASIK 组术后 Y 轴彗差(Z₈)与球差(Z₁₂)明显增高(均 P<0.01)。LASEK 组术后 Z₁₂ 明显增高(P<0.01)。LASIK 组术后 Z₈ 大于 LASEK 组(P=0.021)。结论 对于中高度近视矫正,LASEK 对高阶像差的影响比 LASIK 小。

【关键词】 近视; 准分子激光原位角膜磨镶术; 准分子激光上皮磨镶术; 波前像差

Comparison of higher-order aberration changes induced by laser in situ keratomileusis and laser-assisted subepithelial keratectomy after moderate to high myopic correction WU Ying, CHU Ren-yuan, ZHOU Xing-tao, DAI Jin-hui, WANG Lin. Department of Ophthalmology, EENT Hospital affiliated to Fudan University, Shanghai 200031, China

【Abstract】 Objective To compare changes in higher-order aberration (HOA) of moderate to high myopic eyes after laser in situ keratomileusis (LASIK) and laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK). Methods This study included 41 moderate to high myopic eyes of 27 consecutive patients: 23 eyes of 14 patients had LASIK and 18 eyes of 13 patients had LASEK. The WASCA aberrometer was used to measure the HOA before and 6 months after surgery in dark room condition. Results Increase was seen in total HOA (RMS_H) and the 3rd to 5th order aberration (RMS_{3~5}) after LASIK and LASEK, especially in the 4th order aberration. Change of RMS_H after LASIK was more than that after LASEK (P=0.042). Spherical-like aberration (Z₁₂) changed similarly after LASIK and LASEK, but vertical coma-like aberration (Z₈) changed more after LASIK than LASEK (P=0.021). Conclusion To moderate to high myopic correction, LASEK-induced change of HOA was smaller than LASIK-induced change of HOA.

【Key Words】 Myopia; Laser in situ keratomileusis; Laser-assisted subepithelial keratectomy; Aberration

近视属于低阶像差,在生理状态下,低阶像差是影响视觉质量的主要因素,而高阶像差对视觉质量的影响很小。准分子激光近视矫正术是通过激光切削使角膜前表面变平坦来实现矫正近视的目的。但是近年来的许多研究证实在准分子激光近视矫正术后,虽然低阶像差大部分被消除,但高阶像差却大幅度增多,成为影响术后视觉质量的重要因素,尤其是夜间视觉质量,如何尽量减少手术对人眼高

阶像差的影响已成为了目前的研究热点。

准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)是目前最主流的准分子激光近视矫正术式,其优点是术后视力恢复快、几乎无疼痛感,LASIK 术中需首先制作角膜瓣,在完成基质床切削后再复位角膜瓣,LASIK 最大的缺点是角膜瓣带来的一系列并发症,其中包括角膜瓣带来了额外的高阶像差。准分子激光上皮磨镶术(laser-assisted subepithelial keratectomy, LASEK)是一种利用角膜上皮瓣替代角膜瓣的术式,其显著的优点是避免了角膜瓣相关的并发症,

同时由于上皮瓣的屏障作用, LASEK 术后的疼痛感以及有效视力的恢复均较准分子激光屈光性角膜切削术 (photorefractive keratectomy, PRK) 快。本研究从高阶像差和角膜地形图着眼, 对 LASIK 和 LASEK 近视矫正术进行了比较, 现报道如下:

资料与方法

1. 一般资料: 2004 年 9 月至 11 月期间在我院行准分子激光近视矫正术 (LASIK 或 LASEK) 的患者共 27 例 (41 眼)。其中男性 13 例 (20 眼), 女性

14 例 (21 眼)。年龄 20~49 岁, 平均 (29.0 ± 7.7) 岁。屈光度等效球镜值 (spherical equivalent, SE) 为 $-5.0 \sim -10.0D$, 平均 $(-6.6 \pm 1.7) D$ 。术前最佳矫正视力 (best-corrected visual acuity, BCVA) 均 > 1.0 。按手术类型分为两组: LASIK 组和 LASEK 组。两组术前的平均球镜度数、光学区直径、暗室瞳孔直径相似, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), LASEK 组的角膜厚度明显薄于 LASIK 组 ($t=-5.00, P=0.000$)。两组的一般资料见表 1。

表 1 两组患者的一般资料

组别	例数 (眼数)	性别 (男/女)	年龄(岁)	SE(D)	角膜厚度 (μm)	暗室瞳孔直径 (mm)	像差瞳孔直径 (mm)	光学区直径 (mm)
LASIK	14 (23)	8/6	26.6 ± 5.4	-6.42 ± 1.68	560.52 ± 36.18	5.85 ± 0.63	5.89 ± 0.62	6.10 ± 0.15
LASEK	13 (18)	5/8	31.9 ± 9.4	-6.90 ± 1.72	513.67 ± 23.64	5.89 ± 0.94	6.00 ± 0.84	5.97 ± 0.21

2. 方法: 采用 Zeiss-MEL-80 准分子激光仪。设计光学区直径时参考暗室瞳孔直径, 同时综合考虑切削深度, 保证残余基质床厚度 LASIK $>250\mu\text{m}$, LASEK $>350\mu\text{m}$ 。LASIK: 采用 Moria II 110 微型角膜刀制作蒂部位于上方的角膜瓣, 激光切削完毕后, 用 BSS 液冲洗角膜基质床, 同时水复位角膜瓣。LASEK: 采用直径为 8mm 的上皮环钻, 在新鲜配制的 20% 酒精浸泡 15 秒左右之后, 利用特殊的上皮瓣剥离器将酒精浸泡的上皮瓣区域完整剥离, 在上方保留 4~6mm 宽的蒂, 激光切削完毕后用 BSS 液冲洗角膜基质床的碎屑, 将上皮瓣复位, 置入软性角膜接触镜保护上皮瓣。术后 3~7 天取出角膜接触镜。

术前和术后 6 月时测量术眼的波前像差 (Zeiss-WASCA), 每眼重复 3 次, 取平均值得到高阶像差总均方根 (RMS_h)、3 阶像差均方根 (RMS₃)、4 阶像差均方根 (RMS₄)、5 阶像差均方根 (RMS₅)、X 轴 3 阶彗差 Zernike 系数 (Z₇)、Y 轴 3 阶彗差 Zernike 系数 (Z₈)、球差 Zernike 系数 (Z₁₂)。术后 6 月时测量术眼裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA)、残余 SE、BCVA 以及裂隙灯下对 haze 进行评级。

3. 统计方法: 采用 SPSS11.0 统计学软件, 对

手术前后的高阶像差行配对 t 检验, 对两组高阶像差的比较行两独立样本 t 检验, 术后两组 UCVA、SE、BCVA 间的比较行非参数检验。

结果

术后 6 月 UCVA > 0.8 的比例, LASIK 组为 100%, LASEK 组为 93.3%, 两组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 6 月两组 BCVA > 1.0 的比例均为 100%。术后 6 月残余 SE 在 $\pm 1.0D$ 以内的比例, LASIK 组为 92.9%, LASEK 组为 85.7%, 两组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 6 月 LASEK 组有 23.1% 术眼出现 0.5 级 haze (裂隙灯下仔细观察见散在点状混浊), 其余无 haze, LASIK 组未见 haze。

两组术前及术后 6 月的像差瞳孔直径接近。术后 6 月两组的 RMS_h 以及 3~5 阶 RMS 均明显高于术前, 差异有统计学意义 (见表 2)。两组术前 RMS_h 以及 3~5 阶 RMS 均接近 ($P>0.05$), 但术后 6 月 RMS_h 增高的幅度 LASIK 组大于 LASEK 组, 差异有统计学意义 ($t=-2.10, P=0.042$); 3~5 阶 RMS 增高的幅度均以 LASIK 组为高, 但差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 3。

表 2 两组高阶像差 RMS 术前与术后 6 月的比较

参数	LASIK			LASEK		
	术前	术后 6 月	P 值	术前	术后 6 月	P 值
RMS _h	0.25 ± 0.11	0.65 ± 0.15	0.000	0.29 ± 0.14	0.57 ± 0.13	0.000
RMS ₃	0.21 ± 0.10	0.39 ± 0.18	0.001	0.21 ± 0.10	0.32 ± 0.09	0.000
RMS ₄	0.13 ± 0.06	0.48 ± 0.13	0.000	0.19 ± 0.13	0.46 ± 0.11	0.000
RMS ₅	0.06 ± 0.03	0.09 ± 0.04	0.003	0.06 ± 0.03	0.08 ± 0.04	0.021
像差瞳孔直径 (mm)	5.89 ± 0.62	5.85 ± 0.43	>0.05	6.00 ± 0.84	6.01 ± 0.65	>0.05

表 3 两组术后 6 月 RMS 增幅的比较

参数	术后 6 月的增幅		P 值
	LASIK	LASEK	
RMS _H	0.40 ± 0.21	0.28 ± 0.14	0.042
RMS ₃	0.19 ± 0.22	0.12 ± 0.11	>0.05
RMS ₄	0.35 ± 0.13	0.28 ± 0.15	>0.05
RMS ₅	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.03	>0.05

术后 6 月 LASIK 组高阶像差 RMS 增高的倍数大于 LASEK 组, 与术前比较分别增高: 2.63 倍和 1.95 倍。3~5 阶高阶像差 RMS 中以 4 阶增高最明显, LASIK 组和 LASEK 组分别为: 3.65 倍和 2.50 倍 (见表 4)。

表 4 术后 6 月较术前高阶像差增高倍数

参数	LASEK	LASEK
RMS _H	2.63	1.95
RMS ₃	1.90	1.56
RMS ₄	3.65	2.50
RMS ₅	1.53	1.45

术后 6 月两组 Z7、Z8、Z12 均较术前增高, 其中以 Z12 的改变最为明显。在 LASIK 组, Z8 与 Z12 的增高有显著统计学意义 (Z8: $t=-5.44$, $P=0.000$; Z12: $t=12.88$, $P=0.000$), Z7 的增高无统计学意义。在 LASEK 组, Z12 的增高有显著统计学意义 ($t=3.85$, $P=0.001$), Z7 与 Z8 的增高无统计学意义。LASIK 组术后 6 月 Z8 的增高明显大于 LASEK 组 (0.65 ± 0.69 vs 0.37 ± 0.41 , $t=-1.59$, $P=0.021$) (见图 1)

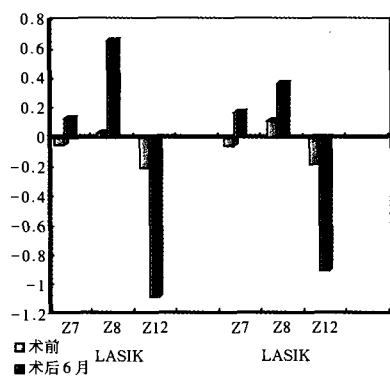


图 1 两组手术前后彗差与球差的变化

讨 论

制作角膜瓣所带来的一系列并发症一直是 LASIK 手术最大的问题所在。Pallikaris IG 等^[1]研

究发现, 制作角膜瓣本身会导致高阶像差的增高, 其中彗差增高的方向与角膜瓣蒂部的位置相关: 蒂部位于鼻侧则水平向彗差增高而垂直向彗差改变很少。Porter J^[2]等同样发现角膜瓣制作后高阶像差 RMS 明显增高, 约 (0.258 ± 0.2503) μm , 其中以三阶像差增高为主, 角膜瓣制作后 2 月, 高阶像差 RMS 仍增高约 30%。^[2]LASEK 用上皮瓣替代了带基质的角膜瓣, 不仅节约了角膜组织, 而且避免了角膜瓣导致的额外像差。本研究中, 我们选择蒂部位于上方的角膜瓣, 在矫正相同近视度数的情况下, LASIK 术后高阶像差总 RMS 的增高幅度 (0.40 ± 0.21) 明显大于 LASEK 术后 (0.28 ± 0.14), 其中垂直向彗差的增高尤其明显, 证实了 LASEK 较 LASIK 更有利于减少术后高阶像差的增高。

角膜瓣导致高阶像差增高的原因, 首先, 研究证实角膜瓣与基质床是不匹配的。Charman WN 等^[3]通过精确的数学计算, 在不考虑角膜瓣本身形变的前提下, 得出 LASIK 术中角膜瓣与基质床不匹配的结论, 且随着激光切削深度的加深, 这种不匹配程度也加重, 以预计切削屈光度数 -6.0D 、切削区直径 8.0mm 为例, 术后角膜瓣的面积超出基质床面积 1mm^2 , 也就意味着约 $100\mu\text{m}$ 宽的角膜瓣是多余的, 角膜瓣必然是呈皱褶状覆盖在基质床表面。事实上, 除了激光切削能造成角膜瓣与基质床不匹配以外, 还有其它多种因素与之相关。角膜是由层状排列的胶原组成的, 具有一定的张力, 对维持角膜的形状十分重要, 当微型角膜刀切开角膜层间时, 角膜瓣内的张力减弱, 角膜瓣会发生一定程度的收缩。Hjortdal 等^[4]观察到当肌腱、韧带等胶原呈平行排列的组织在松弛状态时, 其表面会出现波纹样改变。角膜胶原板层的排列有不同的方向, 因此情况更复杂。临床上, LASIK 术后角膜瓣微皱褶的现象比较常见。Vesaluoma MH 等^[5]报道 LASIK 术后高达 94% 的术眼能观察到角膜瓣微皱褶的现象。Vesaluoma MH 等^[6]采用活体共聚焦显微镜观察到 LASIK 术后角膜瓣的边缘始终有间隙存在, 证实了角膜瓣和基质床不匹配, 同时还观察到如果角膜瓣微皱褶的程度较严重时, 角膜的不规则散光增高。此外, 由于 LASIK 术后角膜瓣对角膜的应力不起作用, 因此 LASIK 术后角膜应力下降比较明显, 尤其在矫正较高屈光度数之后, 角膜应力的下降可导致角膜中周部前凸而中央相对变平坦, 引起“远视漂移”现象和球差的增高^[2]。本研究中, LASIK 与 LASEK 两组切削深度、光学区直径十分接近, 但术

后 6 月时 LASIK 组四阶像差 (以球差为主) RMS 增高的倍数 (3.65 倍) 明显高于 LASEK 组 (2.50 倍), 这可能与 LASIK 术后角膜应力的下降有关。

Buzzonetti L 等^[7]观察 LASIK 与 LASEK 术后角膜前表面的像差, 发现 LASIK 和 LASEK 术后高阶像差 RMS 增高的倍数无差异 (1.68 倍 vs 1.60 倍), 而在 3mm 分析区内 LASEK 术后球差的增高更明显, 认为和 LASEK 术后角膜中央上皮雾状混浊 (haze) 有关, 但作者未报道这组病例术后角膜 haze 发生的情况。目前的观点认为术后角膜的愈合反应是导致高阶像差增高的原因之一, 这在 PRK 术后尤其明显。LASEK 是对 PRK 的一种改进, 目前众多研究证实 LASEK 术后角膜愈合反应较 PRK 明显减轻, 术后角膜 haze 的发生明显减少, 推测完整而高活力的上皮瓣具有屏障作用, 抑制了切削区胶原的异常增殖, 因此 LASEK 手术的关键在上皮瓣。本研究中, 术者制作上皮瓣所需 20% 乙醇浸润时间几乎都控制在 20s 之内, 其中相当一部分可以在 15s 之内成功, 保证了上皮瓣的高活力。本研究中, 虽然 LASEK 矫正的近视屈光度较高 (-5.0D ~ -10.0D), 但在术后 6 月时角膜 haze 的程度很轻: 除小部分术眼角膜有 0.5 级的 haze 以外, 其余无 haze, 这可能与本组 LASEK 术后高阶像差结果有直接的关系。

此外, 我们可以发现本研究中 LASEK 组术前角膜厚度较 LASIK 组明显薄 ($513.67 \pm 23.64 \mu\text{m}$ vs $560.52 \pm 36.18 \mu\text{m}$), 本组 LASEK 患者中有相当一部分是由于 LASIK 无法完全矫正或顾虑 LASIK 角膜瓣的远期风险而选择 LASEK 手术的,

这些患者大部分都得到了较满意的屈光矫正效果和视觉质量, 因此, 对于角膜相对较薄而屈光度较高的患者 LASEK 是较 LASIK 更好的选择。

本研究对于 LASIK 与 LASEK 术后高阶像差的比较提示对于中高度近视的矫正 LASEK 更有优势, 但本研究病例数有限, 我们还在不断增加病例数, 延长术后随访时间, 进一步对两种术式与高阶像差的影响进行对比研究。

参 考 文 献

- 1 Pallikaris IG, Kymionis GD, Panagopoulou SI, et al. Induced optical aberrations following formation of a laser in situ keratomileus flap. *J Cataract Refract Surg*, 2002, 28: 1737-1741.
- 2 Porter J, MacRae S, Yoon G, et al. Separate effects of the microkeratome incision and laser ablation on the eye's wave aberration. *Am J Ophthalmol*, 2003, 136: 327-337.
- 3 Charman WN. Mismatch between flap and stromal areas after laser in situ keratomileus as source of flap striae. *J Cataract Refract Surg*, 2002, 28: 2145-2152.
- 4 Hjortdal J. Corneal biomechanics in refractive surgery. In: Azar DT, ed, *Refractive Surgery*. Stamford, CT, Appleton & Lange, 1997, 97-208.
- 5 Vesaluoma MH, Pe'rez-Santonja JJ, Petroll WM, et al. Corneal stromal changes induced by myopic LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2000, 41: 369-376.
- 6 Vesaluoma MH, Petroll WM, Pe'rez-Santonja JJ, et al. Laser in situ keratomileus flap margin: wound healing and complications imaged by in vivo confocal microscopy. *Am J Ophthalmol*, 2000, 130: 564-573.
- 7 Buzzonetti L, Iarossi G, Valente P, et al. Comparison of wavefront aberration changes in the anterior corneal surface after laser-assisted subepithelial keratectomy and laser in situ keratomileus: preliminary study. *J Cataract Refract Surg*, 2004, 30: 1929-1933.

(收稿时间: 2007-04)