

# 飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术和飞秒激光 LASIK 近视治疗的双通道系统视觉质量评价

李文静, 胡裕坤, 高晓唯, 曹丽萍, 董晶, 郭云林, 蔡岩

作者单位: (830013) 中国新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 解放军第 474 医院眼科医院屈光手术中心

作者简介: 李文静, 硕士, 主治医师, 研究方向: 角膜屈光手术、角膜病。

通讯作者: 高晓唯, 硕士, 主任医师, 主任, 研究方向: 角膜屈光手术、角膜病。gxwgaowx@263.net

收稿日期: 2014-06-23 修回日期: 2014-10-16

## Evaluation of double-pass optical quality analysis system between SMILE and femtosecond LASIK for myopia

Wen-Jing Li, Yu-Kun Hu, Xiao-Wei Gao, Li-Ping Cao, Jing Dong, Yun-Lin Guo, Yan Cai

Department of Ophthalmology, No. 474 Hospital of Chinese PLA, Urumqi 830013, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Correspondence to: Xiao-Wei Gao. Department of Ophthalmology, No. 474 Hospital of Chinese PLA, Urumqi 830013, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. gxwgaowx@263.net

Received: 2014-06-23 Accepted: 2014-10-16

### Abstract

• AIM: To evaluate the visual quality between femtosecond laser small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser *in situ* keratomileusis (LASIK) in the treatment of myopia.

• METHODS: This study comprised 22 eyes (11 patients) underwent SMILE and 43 eyes (23 patients) received LASIK with femtosecond laser to correct myopia and myopic astigmatism. The two groups were recorded by double-pass optical quality analysis system (OQAS) at preoperative and postoperative 1mo. The two groups were compared: modulation transfer function cutoff frequency (MTF cutoff), strehl ratio (SR), objective scattering index (OSI). The early visual quality after operation between two groups were analyzed and evaluated.

• RESULTS: The MTF cutoff after operation one month were  $34.835 \pm 10.113$  c/deg (SMILE group) and  $38.362 \pm 10.623$  c/deg (LASIK group) ( $t=0.925$ ,  $P=0.362$ ). The SR after operation one month were  $0.204 \pm 0.077$  (SMILE group) and  $0.218 \pm 0.072$  (LASIK group) ( $t=0.557$ ,  $P=0.582$ ). The OSI after operation one month were  $0.608 \pm 0.291$  (SMILE group) and  $0.545 \pm 0.405$  (LASIK group) ( $t=-0.473$ ,  $P=0.640$ ).

• CONCLUSION: The double-pass OQAS tell us that there was not statistically significant between femtosecond laser

SMILE and femtosecond LASIK in the treatment of myopia.

• KEYWORDS: femtosecond laser; small incision lenticule extraction; laser *in situ* keratomileusis; myopia; visual quality; modulation transfer function

Citation: Li WJ, Hu YK, Gao XW, et al. Evaluation of double-pass optical quality analysis system between SMILE and femtosecond LASIK for myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2014;14(11):1971-1974

### 摘要

目的: 评价飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 和飞秒激光制瓣的准分子激光原位角膜磨镶术 (laser *in situ* keratomileusis, LASIK) 治疗近视术后的视觉质量。

方法: 选取 11 例 22 眼近视和近视散光患者为全飞秒组 (SMILE 组), 同期 23 例 43 眼飞秒激光制瓣 LASIK 的近视和近视散光患者为飞秒激光制瓣的 LASIK 组 (LASIK 组)。使用双通道系统 (OQAS) 检查、记录两组患者术前及术后 1mo 内的结果, 对比二者的调制传递函数截止空间频率 (modulation transfer function cutoff frequency, MTF cutoff)、斯特列尔比 (strehl ratio, SR) 和眼内客观散射指数 (objective scattering index, OSI), 分析并评价两种手术方式术后早期的视觉质量。

结果: SMILE 组和 LASIK 组术后 1mo 时的 MTF cutoff 分别为  $34.835 \pm 10.113$  c/deg 和  $38.362 \pm 10.623$  c/deg ( $t=0.925$ ,  $P=0.362$ ); SR 分别为  $0.204 \pm 0.077$  和  $0.218 \pm 0.072$  ( $t=0.557$ ,  $P=0.582$ ); OSI 分别为  $0.608 \pm 0.291$  和  $0.545 \pm 0.405$  ( $t=-0.473$ ,  $P=0.640$ )。

结论: 双通道客观视觉质量分析显示 SMILE 和飞秒激光 LASIK 两种术式对视觉质量的影响无明显差异。

关键词: 飞秒激光; 微小切口基质透镜切除术; 准分子激光原位角膜磨镶术; 近视; 视觉质量; 调制传递函数

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2014.11.15

引用: 李文静, 胡裕坤, 高晓唯, 等. 飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术和飞秒激光 LASIK 近视治疗的双通道系统视觉质量评价. 国际眼科杂志 2014;14(11):1971-1974

### 0 引言

准分子激光原位角膜磨镶术 (laser *in situ* keratomileusis, LASIK) 以其安全性高、预测性好、疗效稳定而成为屈光手术的主流技术, 尤其随着飞秒激光制瓣技术的引进和普及, 角膜板层刀制瓣精确性不足、机械性故障或刀片质量不良等原因导致角膜瓣相关并发症的风险越来越少。尽管如此, 板层切削手术对角膜生物力学的不

利影响以及角膜瓣相关的远期并发症(外伤性角膜瓣移位、皱褶、丢失等)仍然是患者和屈光手术医生的隐忧。而微小切口的飞秒激光角膜基质透镜切除术(small incision lenticule extraction, SMILE)利用飞秒激光精准的立体切割技术,在角膜基质层内特定深度切割出一定大小和度数的凸透镜或凸柱透镜,并经过角膜微小切口取出,用以矫正近视或近视散光,手术不用制作和掀开角膜瓣,减小了对角膜生物力学的不利影响,同时避免了角膜瓣相关的并发症,预测性、稳定性及术后视功能的研究显示了良好的应用前景<sup>[1,2]</sup>。现在的LASIK手术强调个性化的治疗模式,目的主要是提高术后视觉质量,而SMILE手术目前尚无法做到像差或地形图引导等个性化治疗,究竟两种技术对视觉质量的影响如何,已有的研究主要从视力、波前像差等主客观检查方面进行探讨<sup>[3,4]</sup>。但是,客观评价人眼成像质量的影响因素时除了像差外,还需要考虑到衍射和散射的作用,这是普通的波前像差检查设备无法做到的。双通道客观视觉治疗分析系统OQAS™ II基于双通道技术,通过记录投射到视网膜上的点光源反射形成的图像结果,可以分析包括了高阶像差和散射在内的视觉质量<sup>[5,6]</sup>。本研究利用双通道客观视觉质量检查系统比较飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术和飞秒激光LASIK治疗近视的治疗效果,以期进一步客观地评价二者的术后视觉质量。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

选取2013-03/06在解放军第四七四医院屈光手术中心连续实施的微切口的飞秒激光角膜基质透镜切除术并且随访资料齐全的11例22眼近视和近视散光患者为SMILE组;同期23例43眼飞秒激光制瓣LASIK的近视和近视散光患者为LASIK组。SMILE组男7例14眼,女4例8眼,年龄18~36(平均23.50±3.50)岁;球镜度数(diopter of spherical power, DS)-4.56±0.90D,柱镜度数(diopter of cylindrical power, DC)-0.69±0.41D,等效球镜(spherical equivalent, SE)度数-2.75~-6.75(平均-4.91±0.90)D。LASIK组男9例15眼,女14例28眼,年龄18~38(平均28.12±6.92)岁;球镜度数-2.0~-8.50(平均-5.48±2.09)D,柱镜度数0~-2.75(平均-1.12±1.07)D。两组患者一般情况无统计学差异,具有可比性,一般情况见表1。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 术前检查

术前常规检查裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)、主客观验光(包括睫状肌麻痹验光)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、眼位、眼压(intraocular pressure, IOP)、中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)、外眼及眼前后节裂隙灯显微镜检查、散瞳眼底检查、Pentacam眼前节分析仪检查、泪河高度等,所有患者除了排除卫生部《准分子激光角膜屈光手术质量控制》所列的手术禁忌证外,有明显角膜斑翳、瘢痕者也排除在本研究之外。眼底有格子样变性、伴有牵拉的干性裂孔等病变者给予视网膜氩离子激光光凝治疗2wk以上,光凝区明显色素斑形成,视网膜平整无脱离,纳入研究。术前常规预防性抗生素30g/L盐酸左氧氟沙星滴眼液点眼3d,4次/d。

#### 1.2.2 手术设计

手术方案的设计以术前检查结果为依据,SMILE组角膜基质透镜前角膜厚度120μm,透镜直径均为6.5mm,透镜后角膜厚度不低于280μm。LASIK组角

表1 两组入选患者一般资料

一般情况	LASIK 组	SMILE 组
眼数	43	22
年龄(岁)	28.12±6.92	23.50±3.50
球镜(D)	-5.48±2.09	-4.56±0.90
柱镜(D)	-1.12±1.07	-0.69±0.41
等效球镜(D)	-6.04±1.91	-4.91±0.90
中央角膜厚度(μm)	542.76±20.40	541.82±20.82
角膜平均曲率(D)	42.42±1.61	43.47±1.23

膜瓣厚度90~100μm,直径7.9mm,角膜切削模式采用鹰视酷眼准分子激光系统(WaveLight Laser Technologie AG, Erlangen, 德国)的Q值优化切削模式,预留基质床不低于1/2角膜厚度(薄角膜者最少不低于280μm)。手术均由同一名医师完成。

#### 1.2.3 手术方法

(1)SMILE组行飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术,步骤如下:患者常规结膜囊冲洗、消毒,爱尔凯因滴眼液表面麻醉,调整患者头位,铺无菌洞巾、遮睫式开睑器撑开睑裂,移动手术床使得术眼位于飞秒激光仪的角膜锥镜正下方1cm处,嘱患者瞄准透过锥镜的绿色闪烁注视光,上升手术床使角膜与锥镜接触,确定术眼注视方向正确无偏斜移位后启动负压吸引及预先设计好的微小切口飞秒激光角膜基质透镜手术治疗程序,治疗程序完成后在显微镜下经角膜微小切口分离基质透镜前后面和边缘,然后以显微镊取出基质透镜,点妥布霉素地塞米松眼液1滴,术毕;(2)LASIK组行飞秒激光制瓣LASIK手术,步骤如下:在飞秒激光制瓣模式下完成角膜制瓣,过程同SMILE组。将患者移至准分子激光仪下,铺无菌洞巾、开睑器撑开睑裂,启动虹膜跟踪,调整治疗中心与视轴重合,掀开角膜瓣,启动准分子激光治疗程序完成切削,然后冲洗角膜层间,将角膜瓣整齐复位,吸血海绵吸干瓣缘水分,点妥布霉素地塞米松眼液1滴,确定角膜瓣对位整齐无移位后结束手术。

#### 1.2.4 术后处理

30g/L盐酸左氧氟沙星滴眼液点术眼1wk;5g/L氯替泼诺混悬滴眼液点术眼3~4wk,每周递减;聚乙二醇滴眼液点术眼4wk,根据眼部干涩情况可适当延长使用时间。

#### 1.2.5 术后随访

术后1d;1,2,3wk;1,2,3,6mo复查,包括裸眼视力、最佳矫正视力、屈光度、眼压、裂隙灯显微镜、双通道视觉质量分析系统检查等。本研究主要分析术后1mo时的检查结果。

#### 1.2.6 双通道技术视觉质量检查方法

使用OQAS™ II客观视觉质量分析系统(Visiometrics, 西班牙)在DATABASE界面输入患者姓名、年龄、屈光度数、备注等个人信息,保存并确认,人工瞳孔(artificial pupil, AP)直径设定为4mm,调整患者头位,在暗光环境下首先进行Objective refraction(客观验光),在客观验光基础上进行以下的检查:客观散射指数检查(scatter meter)、视觉质量检查(optical quality)、晶状体调节幅度测量(IOL Accommodation)及泪膜质量检查(tear film),每一项测量完毕,点击Results查看结果并保存,进行下一项检查。每项检查前叮嘱患者连续眨眼数下,保持泪膜稳定。所有患者的OQAS检查均由一名经过专门培训并熟练掌握操作技术的技师完成。

表2 两组术后1d;1mo 裸眼视力和术后1mo 等效球镜情况  $\bar{x} \pm s$ 

组别	术后1d 视力	术后1mo 视力	术后1mo 屈光度(D)
LASIK 组	0.93±0.16	1.03±0.13	0.34±0.27
SMILE 组	0.96±0.18	1.06±0.11	0.32±0.22
<i>t</i>	0.557	1.106	0.030
<i>P</i>	0.579	0.273	0.977

表3 术前术后最佳矫正视力的比较  $\bar{x} \pm s$ 

组别	术前	术后	<i>t</i>	<i>P</i>
LASIK 组	0.95±0.11	1.03±0.13	-5.003	0.000
SMILE 组	0.99±0.03	1.06±0.11	-3.464	0.002

表4 两组术前 MTF cutoff 和 SR 及 OSI 值的比较  $\bar{x} \pm s$ 

组别	MTF cutoff( c/deg)	SR	OSI
LASIK 组	40.229±7.761	0.235±0.058	0.428±0.349
SMILE 组	43.069±8.125	0.259±0.059	0.327±0.293
<i>t</i>	-1.374	-1.534	1.158
<i>P</i>	0.174	0.133	0.251

表5 两组术后 MTF cutoff 和 SR 及 OSI 值的比较  $\bar{x} \pm s$ 

观察指标	时间	LASIK 组	SMILE 组	<i>t</i>	<i>P</i>
MTF cutoff	术后第1wk	36.573±9.603	34.221±12.266	0.663	0.511
	术后第2wk	35.702±7.627	36.581±10.097	-0.300	0.766
	术后第3wk	35.996±11.044	40.186±13.580	-0.786	0.439
	术后第4wk	38.362±10.623	34.835±10.113	0.925	0.362
SR	术后第1wk	0.219±0.069	0.213±0.080	0.253	0.802
	术后第2wk	0.206±0.051	0.220±0.081	-0.624	0.537
	术后第3wk	0.208±0.073	0.234±0.090	-0.724	0.476
	术后第4wk	0.218±0.072	0.204±0.077	0.557	0.582
OSI	术后第1wk	0.600±0.345	0.856±0.727	-1.475	0.149
	术后第2wk	0.774±0.414	0.650±0.374	0.916	0.366
	术后第3wk	0.668±0.484	0.533±0.345	0.635	0.531
	术后第4wk	0.545±0.405	0.608±0.291	-0.473	0.640

表6 两组术前与术后3wk 的 MTF cutoff 和 SR 及 OSI 值的比较  $\bar{x} \pm s$ 

时间	SMILE 组			LASIK 组		
	MTF cutoff	SR	OSI	MTF cutoff	SR	OSI
术前	43.069±8.125	0.259±0.059	0.327±0.293	40.229±7.761	0.235±0.058	0.428±0.349
术后3wk	40.186±13.580	0.234±0.090	0.533±0.345	35.996±11.044	0.208±0.073	0.668±0.484
<i>t</i>	0.592	1.185	-1.988	1.703	1.814	-2.109
<i>P</i>	0.580	0.289	0.104	0.103	0.084	0.059

统计学分析:数据采用 SPSS 17.0 统计学软件进行分析。所有数据经正态性检验和方差齐性检验并通过后,两组之间光学质量及散射测量函数结果比较采用独立样本 *t* 检验,每组手术后与术前的光学质量及散射测量函数结果比较采用配对样本 *t* 检验,以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 视力及屈光度** SMILE 组术后1d;1mo 的裸眼视力(0.96±0.18,1.06±0.11)与 LASIK 组(0.93±0.16,1.03±0.13)比较差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。两组手术1mo 时的等效球镜比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表2;两组术后最佳矫正视力均优于术前,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ,表3)。

**2.2 光学质量及散射测量函数结果** 两组患者术前的调制传递函数截止空间频率(modulation transfer function cutoff frequency, MTF cutoff)、斯特列尔比值(strehl ration, SR)、客观散射指数(objective scattering index, OSI)差异均无统计学意义;术后1mo 内以上各值均有小幅波动,至术后1mo 时,与术前相比,MTF cutoff 小幅增加,SR 和 OSI 值略有减少,但差异均无统计学意义,两组术后与术前相比无统计学意义,详见表4~6。

**2.3 并发症** 两组患者手术顺利,术中无角膜基质透镜取出困难,角膜瓣分离困难等。术后无感染、角膜瓣移位、角膜瓣皱褶、准分子激光偏心切削等并发症。

## 3 讨论

角膜屈光手术后视觉质量的评价方法目前主要有明



暗环境视力、对比度视力等主观测量方法和全眼波前像差、角膜波前像差等客观评价方法<sup>[7-9]</sup>。尽管有上述方法,但是无论患者还是医生并不能完全准确地描述手术前后患者视觉质量的变化,这是因为一方面主观的视力检查不够全面,患者无法准确描述手术前后视觉质量的变化,另一方面影响人眼视觉质量的因素除了像差外,还包括衍射和散射<sup>[10]</sup>,波前像差仪仅能客观检查记录眼睛的低阶和高阶像差及其变化,但检查不能反映散射和衍射对人眼视觉质量的影响<sup>[11]</sup>。本研究所使用的基于双通道视网膜成像原理的客观视觉分析系统 OQAS<sup>TM</sup> II,通过采集 780nm 红外点光源成像在视网膜上的光强分布,用描述光学系统对点光源解析能力的点扩散函数(point spread function, PSF)分析表达眼内光学成像质量,并由 PSF 傅里叶变换得到调制传递函数(modulate transfer function, MTF),描述不同空间频率下像与物对比度之间的差异,反映光学因素对成像质量的影响<sup>[12,13]</sup>。特点是该系统矫正了排除了低阶像差的影响,记录和分析高阶像差和散射对视觉质量的影响。其参数有:评估客观视觉质量的 MTF 截止频率(MTF cutoff)、斯特列尔比(strehl ratio, SR)和检测眼屈光介质散射情况的客观散射指数(objective scatter index, OSI)。MTF cutoff 表示人眼 MTF 曲线在达到某空间频率时分辨率的极限值,正常人一般  $\geq 30$ c/deg,值越大,视觉质量越好。SR 指在同一瞳孔直径下有像差情况下的 PSF 与无像差情况下 PSF 的比值,正常人一般为 0.3,值越高,表明像差越小,光学质量越好。OSI 是指双通道影像外周与中心的光能量之比,OQAS 定义的 OSI 值为周边 12~20arc/min 与中心 1arc/min 的光能量之比,经标准化计算减去像差引入的 OSI 值而成,排除了像差的影响,值越大,表示存在于图像外周的散射越严重。正常眼的 OSI 值一般低于 0.5<sup>[14,15]</sup>。

本研究利用双通道技术对比观察两种手术方式早期的客观视觉质量。结果显示在手术后 1mo 时裸眼视力 SMILE 组(1.06±0.11)与 LASIK 组(1.03±0.13)比较差异无统计学意义( $t=1.106, P=0.273$ )。OQAS<sup>TM</sup> II 的检查结果 SMILE 与 LASIK 两组患者的 MTF cutoff 分别为 34.835±10.113c/deg 和 38.362±10.623c/deg ( $t=0.925, P=0.362$ );SR 分别为 0.204±0.077 和 0.218±0.072 ( $t=0.557, P=0.582$ );OSI 分别为 0.608±0.291 和 0.545±0.405 ( $t=-0.473, P=0.640$ )。两组之间三个值虽然略有差别,但均无统计学意义。也就是说两组患者具有同样良好的视觉质量。

综上所述,OQAS<sup>TM</sup> II 双通道视觉质量分析仪可以客观记录分析眼睛的视觉质量。SMILE 与飞秒制瓣 LASIK 在术后早期具有同样良好的客观视觉质量。

#### 参考文献

- 1 胡裕坤,李文静,高晓唯,等. SMILE 与飞秒激光制瓣 LASIK 治疗近视的疗效对比. 国际眼科杂志 2013;13(10):2074-2077
- 2 李文静,胡裕坤,高晓唯,等. VisuMax 飞秒激光制作角膜瓣的预测性及其影响因素. 国际眼科杂志 2013;13(9):1765-1768
- 3 胡裕坤,李文静,高晓唯,等. Kappa 角对飞秒激光角膜基质透镜切除治疗近视的影响. 眼科新进展 2014;34(2):168-171
- 4 胡裕坤,李文静,高晓唯,等. 飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术治疗近视对角膜波前像差的影响. 眼科新进展 2013;33(7):651-655
- 5 Westheimer G, Liang J. Evaluating diffusion of light in the eye by objective means. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994;35(5):2652-2657
- 6 Westheimer G, Liang J. Influence of ocular light scatter on the eye's optical performance. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 1995;12(7):1417-1424
- 7 Neeracher B, Senn P, Schipper I. Glare sensitivity and optical side effects 1 year after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(8):1696-1701
- 8 Dougherty PJ, Bains HS. A retrospective comparison of LASIK outcomes for myopia and myopic astigmatism with conventional NIDEK versus wavefront-guided VISX and Alcon platforms. *J Refract Surg* 2008;24(9):891-896
- 9 Prieto PM, Vargas - Martin F, Goelz S, et al. Analysis of the performance of the Hartmann-Shack sensor in the human eye. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2000;17(8):1388-1398
- 10 王雁. 波前像差与临床视觉矫正. 北京:人民卫生出版社 2011:71-72
- 11 Díaz-Doutón F, Benito A, Pujol J, et al. Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1710-1716
- 12 Vilaseca M, Padilla A, Ondategui JC, et al. Effect of laser in situ keratomileusis on vision analyzed using preoperative optical quality. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(11):1945-1953
- 13 Navarro R, Artal P, Williams DR. Modulation transfer of the human eye as a function of retinal eccentricity. *J Opt Soc Am A* 1993;10(2):201-212
- 14 Artal P, Benito A, Pérez GM, et al. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *Plos One* 2011;6(2):e16823
- 15 Fujikado T, Kuroda T, Maeda N, et al. Light scattering and optical aberrations as objective parameters to predict visual deterioration in eyes with cataracts. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(6):1198-1208