

# SMILE 和 FS-LASIK 术对高度近视患者术后早期角膜高阶像差的影响

王红霞, 黄立, 胡兆垒

引用: 王红霞, 黄立, 胡兆垒. SMILE 和 FS-LASIK 术对高度近视患者术后早期角膜高阶像差的影响. 国际眼科杂志 2021; 21(7):1244-1248

作者单位: (272000) 中国山东省济宁市, 济宁医学院附属医院眼科

作者简介: 王红霞, 毕业于第二军医大学, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 眼科。

通讯作者: 黄立, 毕业于大连医科大学, 硕士研究生, 副主任医师, 白内障屈光组组长, 研究方向: 角膜屈光手术、角膜病、白内障。13562701812@163.com

收稿日期: 2020-10-31 修回日期: 2021-06-04

## 摘要

**目的:** 研究飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (SMILE) 和飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术 (FS-LASIK) 对高度近视患者术后早期角膜高阶像差 (HOAs) 和视觉质量的影响。

**方法:** 以 2018-08/2020-08 在我院接受角膜屈光手术的高度近视患者 102 例 204 眼为研究对象进行前瞻性研究, 随机分为 SMILE 组 (51 例 102 眼) 和 FS-LASIK 组 (51 例 102 眼), 比较两组患者术后视力、角膜 HOAs 和客观视觉质量, 分析角膜 HOAs 与客观视觉质量的相关性。

**结果:** 术后 1mo 时, SMILE 组和 FS-LASIK 组患者等效球镜度数均明显降低 ( $P < 0.05$ ), 且两组患者术后裸眼视力优于术前最佳矫正视力患者占比无差异 (95.1% vs 92.2%,  $P > 0.05$ ); 两组患者角膜各高阶像差均明显升高 ( $P < 0.05$ ), 且 SMILE 组总球差 (SA)、三叶草像差 (trefoil) 和高阶像差 (HOAs) 低于 FS-LASIK 组 (均  $P < 0.05$ ); 两组患者客观散射指数 (OSI) 明显升高, MTF 截止频率 ( $MTF_{cutoff}$ )、斯特列尔比 (SR)、对比度视力 (VA100%、VA20%、VA9%) 均明显降低 (均  $P < 0.05$ ), 且 SMILE 组 OSI 低于 FS-LASIK 组,  $MTF_{cutoff}$  和 VA9% 高于 FS-LASIK 组 (均  $P < 0.05$ ); 高度近视患者术后角膜各高阶像差与  $MTF_{cutoff}$  均呈负相关性, 与 OSI 均呈正相关性 ( $P < 0.05$ )。

**结论:** SMILE 和 FS-LASIK 术均可有效矫正高度近视, 且 SMILE 术后早期角膜 HOAs 升高幅度更小, 对减轻视觉质量损害具有重要意义。

**关键词:** 高度近视; 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术; 飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术; 角膜高阶相差; 视觉质量; 早期

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.7.23

## Effects of SMILE and FS-LASIK on early postoperative corneal higher order aberrations in patients with high myopia

Hong-Xia Wang, Li Huang, Zhao-Lei Hu

Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, Shandong Province, China

**Correspondence to:** Li Huang. Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, Shandong Province, China. 13562701812@163.com

Received: 2020-10-31 Accepted: 2021-06-04

## Abstract

• **AIM:** To study the effects of small-incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser-assisted excimer laser *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) on early postoperative corneal higher order aberrations (HOAs) and visual quality in patients with high myopia.

• **METHODS:** Totally 102 patients (204 eyes) with high myopia who underwent corneal refractive surgery between August 2018 and August 2020 in the hospital were selected as study subjects for the prospective study, and they were randomly divided into SMILE group (51 cases, 102 eyes) and FS-LASIK group (51 cases, 102 eyes). The postoperative visual acuity, corneal HOAs and objective visual quality were compared between the two groups, and the correlation between corneal HOAs and objective visual quality was analyzed.

• **RESULTS:** At 1mo after surgery, the spherical equivalent degrees in SMILE group and FS-LASIK group were significantly reduced ( $P < 0.05$ ), and there was no statistically significant difference in the proportion of patients with postoperative uncorrected visual acuity  $\geq$  preoperative best corrected visual acuity between the two groups (95.1% vs 92.2%,  $P > 0.05$ ). The corneal HOAs in the two groups were significantly increased ( $P < 0.05$ ), and the overall spherical aberration (SA), trefoil and higher HOAs in SMILE group were lower than those in FS-LASIK group (all  $P < 0.05$ ). The objective scattering index (OSI) was significantly increased in the two groups while the MTF cutoff frequency ( $MTF_{cutoff}$ ), Strehl Ratio (SR) and contrast visual acuity (VA100%, VA20%, VA9%) were significantly decreased (all  $P < 0.05$ ). The OSI of SMILE group was lower than that of FS-LASIK group while  $MTF_{cutoff}$  and VA9% were higher than those of FS-LASIK group (all  $P < 0.05$ ). The corneal HOAs in patients with high myopia were negatively correlated with  $MTF_{cutoff}$  and were positively correlated with OSI ( $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Both SMILE and FS-LASIK can effectively correct high myopia, and SMILE has a smaller increase in early postoperative corneal HOAs, and it is of great significance to relieve visual quality impairment.

• **KEYWORDS:** high myopia; small-incision lenticule extraction; femtosecond laser-assisted excimer laser *in situ* keratomileusis; corneal higher order aberrations; visual quality; early stage

**Citation:** Wang HX, Huang L, Hu ZL. Effects of SMILE and FS-LASIK on early postoperative corneal higher order aberrations in patients with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21(7):1244-1248

## 0 引言

高度近视可造成严重视功能损害,流行病学报道显示现阶段全球患者数量约为 1.63 亿,预计到 2050 年将可能达到 9.38 亿,我国高度近视发病率较高且集中分布于青少年,患病率约 6.69%~38.4%,近年来呈明显上升趋势<sup>[1-3]</sup>。随着人们生活水平的改善和对健康要求的提升,通过屈光手术矫正近视的患者逐渐增多,由于角膜屈光力在全部屈光系统中占比达 70%,角膜屈光手术逐渐成为发展趋势并趋于成熟,飞秒激光的发现和运用使手术稳定性和安全性明显提升,其中飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small-incision lenticule extraction, SMILE) 和飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术 (femtosecond laser-assisted excimer laser *in situ* keratoplasty, FS-LASIK) 为目前临床应用最为广泛的两种术式,对矫正屈光不正均具有良好效果<sup>[4-6]</sup>。部分患者 SMILE 或 FS-LASIK 术后视觉质量较差或存在眼部不适,有研究认为其原因可能与术后角膜高阶相差 (higher order aberration, HOAs) 变化有关,故检测 HOAs 对评估视觉质量具有重要参考价值<sup>[7]</sup>。本研究主要研究 SMILE 和 FS-LASIK 术对高度近视患者术后早期 HOAs 的影响及其与视觉质量的关系,现将结果报道如下。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性研究。选取 2018-08/2020-08 于我院接受角膜屈光手术的高度近视患者 102 例 204 眼,根据入院时间编号采用随机数字表法分为 SMILE 组和 FS-LASIK 组,各 51 例 102 眼。纳入标准:(1)均拟行 SMILE 或 FS-LASIK 手术;(2)年龄 $\geq 18$ 岁;(3)球镜度 $-6.00 \sim -10.00\text{D}$ 且柱镜度 $< -3.00\text{D}$ ;(4)患眼最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)  $\geq 1.0$ ;(5)近 2a 内术眼屈光不正度数增加 $\leq 0.5\text{D}$ ;(6)患者及家属均完全知晓本研究内容并签署同意书。排除标准:(1)合并角膜炎、青光眼或视神经病变等其它眼部疾病;(2)伴眼部外伤或手术相关病史;(3)合并糖尿病、自身免疫性疾病或结缔组织病等影响视功能的全身性疾病;(4)伴精神疾病或认知功能障碍。本研究经医院伦理委员会批准实施。

## 1.2 方法

**1.2.1 SMILE 手术** 嘱配戴软性或硬性角膜接触镜者分别停戴 2wk 或 4wk,术前 3d 开始应用左氧氟沙星滴眼液 (国药准字 H20103148, 5mL:24.4mg) 滴眼 4 次/d,常规消毒铺巾并采用盐酸丙美卡因滴眼液 (国药准字 H20103352, 0.5%) 进行表面麻醉,采用 Visu Max 飞秒激光手术系统进行手术,嘱患者取仰卧位并注视固视灯,角膜中心对位后负压吸引固定眼球,以频率 500Hz,能量 120~140nJ 激光脉冲制作角膜帽,厚度 120 $\mu\text{m}$ ,直径 7.50mm,然后制作透镜,基底厚度为 10 $\mu\text{m}$ ,光学区直径 6.5mm,侧切角 90°,按照透镜后表面、侧切及前表面的顺序进行扫描,完成后在 12:00 位作 3mm 微切口,采用显微分离器将透镜与角膜组织分离并取出,采用平衡盐溶液冲洗角膜基质床并完成手术。

**1.2.2 FS-LASIK 手术** 术前准备及麻醉方案同 SMILE

组,显微镜下将术眼角膜中央与视野中央进行对位并负压固定眼球制作角膜瓣,参数设置为厚度 120 $\mu\text{m}$ ,直径 7.50mm,侧切角 110°,采用 EC5000 准分子治疗仪在显微镜下钝性分离角膜瓣,完成后以全自动系统切削角膜基质层,激光频率 250Hz,范围 6.5mm,修边 0.5mm,采用平衡盐溶液冲洗残留碎屑后复位角膜瓣并黏附固定。

**1.2.3 术后治疗** 两组患者术后均给予左氧氟沙星滴眼液预防感染,每天 4 次,连续用药 7d,同时采用氟米龙滴眼液 (国药准字 H20010693, 5mL:5mg) 滴眼,每天 4 次,每周递减 1 次直至停药。

**1.2.4 观察指标** 两组患者均于术前、术后 1mo 时检查视力、屈光度、HOAs 及客观视觉质量。(1)视力和屈光度:采用标准对数视力表测量裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA),采用 Plusoptix A09 摄影验光仪测量等效球镜度数,计算术后 UCVA 优于术前 BCVA 的患者占比。(2)角膜 HOAs:采用 Pentacam 眼前节分析仪测量各项角膜 HOAs,嘱患者端坐并保持头部固定,利用 Scheimpflug 摄影扫描快速旋转拍摄角膜不同角度三维图像 50 张,经过处理获得瞳孔 6mm 范围内总体彗差 (Coma)、球差 (spherical aberration, SA)、三叶草像差 (trefoil) 以及高阶像差 (high order aberrations, HOAs) 并以均方根 (root mean square, RMS) 值表示。(3)客观视觉质量:采用 OQAS II 双通道视网膜成像分析系统测量 MTF 截止频率 (MTF<sub>cutoff</sub>)、斯特列尔比 (strehl ratio, SR)、客观散射指数 (objective scatter index, OSI) 及对比度视力 (visual acuity, VA),其中 VA 包括 VA100%、VA20% 和 VA9%。

统计学分析:数据分析采用 SPSS 22.0 软件。计数资料采用  $n(\%)$  表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组比较采用独立样本  $t$  检验,组内两时间点比较采用配对样本  $t$  检验。采用 Pearson 积差相关分析进行相关性分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者术前基线资料** SMILE 组患者 51 例 102 眼,其中男 27 例,女 24 例,年龄 18~37 (平均 24.09 $\pm$ 5.26) 岁,球镜度 $-6.00 \sim -9.50$  (平均 $-7.35 \pm 0.82$ ) D,柱镜度 $0 \sim -2.75$  (平均 $-0.91 \pm 0.34$ ) D,中央角膜厚度 471.3~602.9 (平均 542.68 $\pm$ 24.91)  $\mu\text{m}$ ,角膜曲率 (K) 值 39.2~43.8 (平均 41.96 $\pm$ 1.73) D,眼压 10~19 (平均 16.03 $\pm$ 1.82) mmHg。FS-LASIK 组患者 51 例 102 眼,其中男 25 例,女 26 例,年龄 18~35 (平均 23.71 $\pm$ 5.04) 岁,球镜度 $-6.00 \sim -9.00$  (平均 $-7.08 \pm 0.79$ ) D,柱镜度 $0 \sim -2.50$  (平均 $-0.86 \pm 0.32$ ) D,中央角膜厚度 468.2~605.4 (平均 543.21 $\pm$ 25.16)  $\mu\text{m}$ ,K 值 39.6~44.7 (平均 42.18 $\pm$ 1.75) D,眼压 11~21 (平均 15.87 $\pm$ 1.74) mmHg。两组患者术前临床基本资料比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

**2.2 两组患者手术前后视力和屈光度比较** 术后 1mo 时,SMILE 组和 FS-LASIK 组术后 UCVA 优于术前 BCVA 的患者分别为 97 眼 (95.1%)、94 眼 (92.2%),差异无统计学意义 ( $\chi^2 = 0.739, P = 0.390$ ),但两组患者等效球镜度数均较术前明显降低 ( $P < 0.001$ ),且两组之间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 1。

**2.3 两组患者手术前后角膜高阶像差比较** 术后 1mo 时,两组患者角膜各高阶像差均较术前明显升高 ( $P < 0.001$ ),

表1 两组患者手术前后等效球镜度比较

组别	眼数	术前	术后 1mo	<i>t</i>	<i>P</i>
SMILE 组	102	-7.82±0.95	-0.26±0.11	144.061	<0.001
FS-LASIK 组	102	-7.89±0.91	-0.23±0.14	147.357	<0.001
<i>t</i>		0.537	1.702		
<i>P</i>		0.592	0.090		

表2 两组患者手术前后角膜高阶像差比较

分组	时间	总 Coma	总 SA	总 trefoil	总 HOAs
SMILE 组( <i>n</i> = 102)	术前	0.16±0.07	0.12±0.08	0.06±0.04	0.61±0.15
	术后 1mo	0.35±0.14	0.23±0.17	0.15±0.09	0.73±0.19
<i>t</i>		-18.275	-8.888	-13.984	-7.129
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
FS-LASIK 组( <i>n</i> = 102)	术前	0.18±0.09	0.11±0.04	0.07±0.05	0.58±0.14
	术后 1mo	0.37±0.13	0.28±0.19	0.18±0.12	0.82±0.21
<i>t</i>		-21.117	-14.930	-13.070	-13.851
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>t</i> <sub>术前</sub>		1.772	1.129	1.577	1.477
<i>P</i> <sub>术前</sub>		0.078	0.260	0.116	0.141
<i>t</i> <sub>术后</sub>		1.057	1.981	2.019	3.210
<i>P</i> <sub>术后</sub>		0.292	0.049	0.045	0.002

表3 两组患者手术前后客观视觉质量比较

分组	时间	MTF <sub>cutoff</sub> (c/d)	SR	OSI	VA100%	VA20%	VA9%
SMILE 组( <i>n</i> = 102)	术前	42.85±6.17	0.26±0.08	0.61±0.15	1.07±0.23	0.89±0.17	0.63±0.16
	术后 1mo	40.13±5.29	0.21±0.07	0.75±0.18	0.96±0.24	0.82±0.16	0.56±0.13
<i>t</i>		4.794	6.733	-12.476	4.727	4.285	4.876
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
FS-LASIK 组( <i>n</i> = 102)	术前	43.06±6.32	0.25±0.09	0.63±0.16	1.04±0.25	0.91±0.18	0.62±0.15
	术后 1mo	37.28±5.14	0.20±0.06	0.82±0.19	0.92±0.21	0.80±0.17	0.51±0.14
<i>t</i>		10.188	6.733	-7.129	5.269	6.348	7.662
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
<i>t</i> <sub>术前</sub>		0.240	0.839	0.921	0.892	0.816	0.460
<i>P</i> <sub>术前</sub>		0.811	0.403	0.358	0.374	0.417	0.646
<i>t</i> <sub>术后</sub>		3.902	1.095	2.701	1.267	0.865	2.643
<i>P</i> <sub>术后</sub>		<0.001	0.275	0.008	0.207	0.388	0.009

表4 术后客观视觉质量与角膜高阶像差的相关性分析

客观视觉质量	总 Coma		总 SA		总 trefoil		总 HOAs	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
MTF <sub>cutoff</sub>	-0.264	0.018	-0.239	0.023	-0.218	0.034	-0.207	0.046
SR	-0.079	0.165	-0.086	0.147	-0.103	0.095	-0.053	0.214
OSI	0.251	0.020	0.243	0.021	0.205	0.046	0.204	0.048
VA100%	-0.126	0.087	-0.159	0.076	-0.134	0.081	-0.092	0.126
VA20%	-0.143	0.071	-0.164	0.063	-0.109	0.092	-0.084	0.149
VA9%	-0.138	0.079	-0.125	0.094	-0.095	0.134	-0.087	0.146

且 SMILE 组患者总 SA、trefoil 和 HOAs 低于 FS-LASIK 组, 差异均有统计学意义(*P*<0.05), 见表 2。

2.4 两组患者手术前后客观视觉质量比较 术后 1mo 时, 两组 OSI 均较术前明显升高(*P*<0.001), MTF<sub>cutoff</sub>、SR、VA100%、VA20% 和 VA9% 均较术前明显降低(*P*<0.001), 且 SMILE 组 OSI 低于 FS-LASIK 组, MTF<sub>cutoff</sub> 和 VA9% 高

于 FS-LASIK 组, 差异均有统计学意义(*P*<0.05), 见表 3。

2.5 术后客观视觉质量与角膜高阶像差的相关性分析 Pearson 相关性分析显示, 术后 1mo, 高度近视患者角膜各高阶像差与 MTF<sub>cutoff</sub> 均呈负相关(*P*<0.05), 与 OSI 均呈正相关(*P*<0.05), 见表 4。

### 3 讨论

屈光手术经过多年发展对近视治疗已取得明显进步,但仅矫正视力已无法满足患者需求,如何进一步提升术后患眼视觉质量逐渐引起广泛关注。飞秒激光是波长1053nm的脉冲激光,因为在透明材料中可以无衰减传播,故用于角膜屈光手术中可直达预定的角膜基质层,当聚焦后功率为 $10^{18} \sim 10^{21} \text{ W/cm}^2$ 时,可快速对角膜组织进行电离,从而完成精确切割,而且几乎没有热效应或冲击波产生,可有效避免周围正常组织损伤。近年来随着飞秒激光的发展和应用,SMILE和FS-LASIK等角膜屈光手术在近视治疗中的应用也逐渐增多<sup>[8]</sup>。

FS-LASIK是以飞秒激光取代传统显微角膜板层刀来完成角膜瓣制作和角膜组织切削等操作的方法,使手术精确性和安全性均获得明显提升<sup>[9]</sup>。SMILE为近年提出的新型术式,采用飞秒激光对角膜基质进行精确切割并制作基质透镜,然后经小切口取出以降低角膜屈光力,因整个过程完全由飞秒激光完成且无需制作角膜瓣,最大限度发挥了手术微创优势<sup>[10]</sup>。本研究比较SMILE和FS-LASIK早期手术效果,结果显示,术后1mo时两组等效球镜度数均明显降低,视力均明显改善,且两组视力矫正效果比较未见明显差异,表明两种术式均可有效矫正高度近视患者屈光不正并改善裸眼视力,与既往文献报道结果一致<sup>[11]</sup>。

人眼像差大致可分为低阶像差和高阶像差两部分,目前认为2阶像差是影响视力的决定性因素,HOAs指3阶及以上的像差,其中角膜HOAs占主要地位,是影响视网膜成像清晰度的重要原因<sup>[12]</sup>。角膜屈光手术虽然有效消除了2阶像差对视力的影响,但术后角膜损伤仍可能造成眼部干涩、视物疲劳或眩光等并发症,其原因与HOAs升高紧密相关<sup>[13]</sup>。既往研究表明角膜屈光术后总HOAs、Coma和SA均可不同程度升高,但关于其原因仍在研究和探讨中,可能与角膜创伤导致的炎症反应和角膜生物力学破坏等因素有关<sup>[14-16]</sup>。本研究结果显示,术后1mo时两组高度近视患者总Coma、SA、trefoil和HOAs均明显升高,且SMILE组总SA、trefoil和HOAs明显低于FS-LASIK组,表明SMILE术用于高度近视治疗有利于降低角膜HOAs增加幅度。角膜瓣制作是LASIK术中重要环节,传统显微角膜板层刀制作可导致角膜生物力学削弱,虽然对低阶像差具有良好矫正效果,但容易引起HOAs尤其是SA增加,虽然飞秒激光的应用可以对角膜瓣大小、厚度以及边缘角度进行精确调整并提升可预测性,且术后角膜基质更为光滑和均一,但仍无法完全消除制作角膜瓣或术后角膜瓣异位等原因引起的HOAs,SMILE术不仅省去了角膜瓣制作过程,且对角膜组织创伤也明显减小,因此有利于减少术后角膜HOAs增加。王嘉南等<sup>[17]</sup>研究表明FS-LASIK可导致术后早期角膜SA、Coma和倾斜trefoil等HOAs增加,而SMILE术后早期仅存在SA改变,且两者术后早期SA、倾斜trefoil和总HOAs比较均存在明显差异。王芸等<sup>[18]</sup>也研究证实SMILE术后SA小于FS-LASIK,并分析其原因可能为SMILE术后角膜上皮厚度增加幅度较小且均一性具有明显优势。可见SMILE术用于近视患者屈光矫正对减少术后角膜HOAs较FS-LASIK具有明显优势,这可能对改善术后视觉质量和减少并发症具有重要意义。

HOAs是影响视网膜成像质量的重要因素,本研究对

高度近视患者SMILE和FS-LASIK术后视觉质量进行评估,结果显示术后1mo时两组OSI明显升高,MTF<sub>cutoff</sub>、SR、VA100%、VA20%及VA9%均明显降低,其中MTF<sub>cutoff</sub>是反映散射和像差对视觉成像质量影响的综合指标,OSI主要表示散射程度,SR为有像差和无像差时衍射光纤中心强度比值,VA100%、VA20%和VA9%代表对比度分别为100%、20%和9%的视力,也就是白天、黄昏和夜间视力<sup>[19-20]</sup>。本研究结果表明,术后1mo时两组视觉质量均受到不同程度损害,其原因可能与手术造成的角膜损伤尚未完全恢复有关,同时SMILE组OSI明显低于FS-LASIK组,MTF<sub>cutoff</sub>和VA9%明显高于FS-LASIK组,提示与FS-LASIK相比,SMILE术有利于减轻视觉质量损害。Zhao等<sup>[21]</sup>对HOAs与对比敏感度的关系进行研究显示角膜屈光术后引入的HOAs是导致对比敏感度降低的重要因素,其中3阶像差主要对低频和中频对比敏感度造成影响,提示SMILE和FS-LASIK术后角膜HOAs增加可导致视觉质量下降。本研究采用Pearson积差系数分析显示高度近视患者SMILE或FS-LASIK术后总Coma、SA、trefoil和HOAs与MTF<sub>cutoff</sub>均具有明显负相关性,与OSI均具有明显正相关性,证实术后角膜HOAs增加可对患眼视觉质量造成不利影响,因SMILE较FS-LASIK更有利于降低术后角膜HOAs增加,对减轻视觉质量损害也具有积极作用,但本研究随访时间较短,远期随着角膜创伤修复,角膜HOAs和视觉质量能否进一步改善还有待更多研究和探讨进行证实,同时SMILE较FS-LASIK术对患者视觉质量的影响也值得深入分析。

综上,SMILE和FS-LASIK术治疗高度近视均可有效矫正屈光不正,且SMILE术后早期角膜HOAs升高幅度更小,对减轻视觉质量损害具有重要意义。

#### 参考文献

- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, *et al.* Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016; 123(5): 1036-1042
- Sung MS, Lee TH, Heo H, *et al.* Association between optic nerve head deformation and retinal microvasculature in high myopia. *Am J Ophthalmol* 2018; 188: 81-90
- Li Y, Liu J, Qi PC. The increasing prevalence of myopia in junior high school students in the Haidian District of Beijing, China: a 10-year population-based survey. *BMC Ophthalmol* 2017; 17(1): 88
- 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 我国角膜地形图引导个性化激光角膜屈光手术专家共识(2018年). *中华眼科杂志* 2018; 54(1): 23-26
- Kamiya K, Takahashi M, Nakamura T, *et al.* A multicenter study on early outcomes of small-incision lenticule extraction for myopia. *Sci Rep* 2019; 9(1): 4067
- Zhang Y, Shen Q, Jia Y, *et al.* Clinical outcomes of SMILE and FS-LASIK used to treat myopia: a meta-analysis. *J Refract Surg* 2016; 32(4): 256-265
- Biscevic A, Pidro A, Ahmedbegovic-Pjano M, *et al.* Vector analysis of changes in the higher order ocular aberrations and central corneal thickness after T-PRK and Fs-LASIK. *Acta Informatica Med* 2020; 28(1): 24-28
- Thompson VM, Berdahl JP, Solano JM, *et al.* Comparison of manual, femtosecond laser, and precision pulse capsulotomy edge tear strength in paired human cadaver eyes. *Ophthalmology* 2016; 123(2): 265-274
- Prakash G, Srivastava D, Suhail M. Femtosecond laser-assisted wavefront-guided LASIK using a newer generation aberrometer: 1-year results. *J Refract Surg* 2015; 31(9): 600-606

10 Khalifa MA, Ghoneim AM, Shaheen MS, *et al.* Vector analysis of astigmatic changes after small - incision lenticule extraction and wavefront-guided laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(6): 819-824

11 Sachdev GS. Commentary: Comparison of changes in refractive error and corneal curvature following small - incision lenticule extraction and femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis surgery. *Indian J Ophthalmol* 2018; 66(11): 1567-1568

12 阳雪, 龙琴. 近视眼角膜高阶像差和屈光度及角膜曲率的相关性分析. *国际眼科杂志* 2016; 16(6): 1043-1047

13 Wallerstein A, Gauvin M, Cohen M. Effect of anterior corneal higher-order aberration ablation depth on primary topography-guided LASIK outcomes. *J Refract Surg* 2019; 35(12): 754-762

14 冯子卿, 王倩茹, 李雪. 不同角膜屈光手术方式对高阶像差的影响. *眼科新进展* 2018; 38(8): 797-800

15 Lee H, Kang DSY, Reinstein DZ, *et al.* Comparing corneal higher-order aberrations in corneal wavefront - guided transepithelial

photorefractive keratectomy versus small - incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2018; 44(6): 725-733

16 张耀花, 王雁, 窦瑞, 等. 近视眼角膜生物力学特性与角膜高阶像差的相关性. *中华实验眼科杂志* 2018; 36(5): 368-372

17 王嘉南, 肖玥言, 郗平, 等. FS-LASIK 与 SMILE 矫正近视术后角膜高阶像差的变化. *眼科新进展* 2019; 39(6): 540-543

18 王芸, 张晓峰, 钱一峰, 等. SMILE 与 FS-LASIK 术后角膜上皮修复的对比研究. *中华眼科杂志* 2020; 56(2): 93-102

19 Herbaut A, Liang H, Rabut G, *et al.* Impact of dry eye disease on vision quality: an optical quality analysis system study. *Transl Vis Sci Technol* 2018; 7(4): 5

20 Liao X, Lin J, Tian J, *et al.* Evaluation of optical quality: ocular scattering and aberrations in eyes implanted with diffractive multifocal or monofocal intraocular lenses. *Curr Eye Res* 2018; 43(6): 696-701

21 Zhao PF, Li SM, Lu J, *et al.* Effects of higher-order aberrations on contrast sensitivity in normal eyes of a large myopic population. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(9): 1407-1411

国际眼科杂志中文版(IES)近5年影响因子趋势图

