

# FS-LASIK 与 SMILE 治疗中度近视的疗效比较

朱丹, 周丹, 王青夏, 马晓昀

引用: 朱丹, 周丹, 王青夏, 等. FS-LASIK 与 SMILE 治疗中度近视的疗效比较. 国际眼科杂志, 2025, 25(10): 1672-1677.

基金项目: 上海市眼病防治中心“沪眼星光”儿童青少年近视防控人员培养计划(No.HYXG-YY05); 浦东新区卫生健康委员会领先人才培养项目(No.PWR12020-01)

作者单位: (201318)中国上海市, 上海健康医学院附属周浦医院眼科

作者简介: 朱丹, 硕士, 主治医师, 研究方向: 干眼、眼视光。

通讯作者: 马晓昀, 博士, 主任医师, 科主任, 研究方向: 白内障、眼视光、视网膜神经节细胞药物损害和保护. vopt99@qq.com

收稿日期: 2025-05-17 修回日期: 2025-08-27

## 摘要

**目的:** 比较全飞秒激光小切口角膜基质内透镜取出术(SMILE)与飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术(FS-LASIK)治疗中度近视的疗效。

**方法:** 回顾性研究。选择 2022 年 8 月至 2024 年 10 月本院收治的中度近视患者 100 例 100 眼(均取右眼数据进行研究)。根据选择的手术方式不同分为 FS-LASIK 组 52 例给予 FS-LASIK 治疗, SMILE 组 48 例给予 SMILE 治疗。术后随访 6 mo, 比较两组患者视力恢复情况、手术前后等效球镜度、角膜曲率、角膜 Q 值、中央角膜厚度、角膜体积、高阶像差、角膜生物力学参数以及并发症发生情况。

**结果:** 术后 3、6 mo, 两组患者裸眼视力(UCVA)和等效球镜度数较术前均改善(均  $P < 0.05$ )。术后 6 mo, 两组患者角膜曲率、中央角膜厚度、角膜体积均降低, 且 FS-LASIK 组角膜体积更低; 两组 Q 值均较术前升高, 且 FS-LASIK 组更高(均  $P < 0.001$ ); 两组患者术后总高阶像差、球差、三叶草相差均升高, 且 FS-LASIK 组更高(均  $P < 0.001$ ); 两组患者综合半径(IR)、反向凹面半径(ICR)、形变幅度比值(DAR2)均升高, 硬度参数(SP-A1)、最大压陷曲率半径(HC-Radius)、相关厚度-水平方向(ARTh)均降低(均  $P < 0.001$ )。两组患者并发症发生率比较无差异( $P > 0.05$ )。

**结论:** FS-LASIK 与 SMILE 均有助于改善中度近视患者的视力, 术后早期角膜形态变化各具特点, 术后接受 FS-LASIK 的患者角膜 Q 值、高阶像差较大。

**关键词:** 全飞秒激光小切口角膜基质内透镜取出术(SMILE); 飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术(FS-LASIK); 中度近视; 疗效

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.10.22

**Efficacy comparison of femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis with small incision lenticule extraction in treating moderate myopia**

Zhu Dan, Zhou Dan, Wang Qingxia, Ma Xiaoyun

**Foundation items:** “Shanghai Eye Star” Training Program for Children and Adolescents Myopia Prevention and Control Personnel (No.HYXG-YY05); Pudong New Area Health Commission Leading Talent Training Program (No.PWR12020-01)

Department of Ophthalmology, Affiliated Zhoupu Hospital of Shanghai University of Medicine and Health Sciences, Shanghai 201318, China

**Correspondence to:** Ma Xiaoyun. Department of Ophthalmology, Affiliated Zhoupu Hospital of Shanghai University of Medicine and Health Sciences, Shanghai 201318, China. vopt99@qq.com

Received: 2025-05-17 Accepted: 2025-08-27

## Abstract

**• AIM:** To compare and analyze the efficacy of femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) with small incision lenticule extraction (SMILE) in the treatment of moderate myopia.

**• METHODS:** Retrospective study. A total of 100 patients (100 eyes) with moderate myopia admitted to our hospital from August 2022 to October 2024 were selected (all the data of the right eye were taken for study). The 52 cases in FS-LASIK group received FS-LASIK, while the 48 cases in SMILE group received SMILE. The patients were followed up for 6 mo, the visual recovery, spherical equivalent, corneal curvature, corneal Q value, central corneal thickness, corneal volume, high-order aberrations, corneal biomechanical parameters and incidence of complications were compared between the two groups.

**• RESULTS:** At 3 and 6 mo after surgery, the uncorrected visual acuity (UCVA) and spherical equivalent of both groups increased compared to before surgery (all  $P < 0.05$ ). At 6 mo after surgery, both groups showed a decrease in corneal curvature, central corneal thickness, and corneal volume, with the FS-LASIK group having a lower corneal volume; both groups showed a great increase in Q values, with the FS-LASIK group having a higher Q value (all  $P < 0.001$ ); the total high-order aberration, spherical aberration, and trefoil aberration all

increased in both groups, with higher values observed in the FS-LASIK group (all  $P<0.001$ ) ; the integrated radius (IR), inverse concave radius (ICR) and deformation amplitude ratio 2 (DAR2) were all increased, while the stiffness parameter at first applanation (SP-A1), the highest concavity radius (HC-Radius) and the ambrosio's relational thickness to the horizontal profile (ARTh) were all decreased in both groups (all  $P<0.001$ ) . There was no statistical difference in the incidence of complications between two groups ( $P>0.05$ ).

- CONCLUSION: Both FS - LASIK and SMILE can help improve the visual quality of patients with moderate myopia, and their early postoperative corneal morphological changes have their own characteristics. In addition, patients who receive FS - LASIK have larger corneal Q value and high-order aberrations after surgery.
- KEYWORDS: small incision lenticule extraction (SMILE); femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK); moderate myopia; efficacy

**Citation:** Zhu D, Zhou D, Wang QX, et al. Efficacy comparison of femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis with small incision lenticule extraction in treating moderate myopia. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25(10):1672-1677.

## 0 引言

近视是全球视力障碍的主要原因,随着电子产品的普及和近距离工作量的增加,其患病率逐年上升,激光视力矫正作为一种近年来较为流行的治疗方法,能够有效矫正屈光不正,减少或消除对眼镜的依赖<sup>[1]</sup>。飞秒激光辅助准分子激光原位角膜磨镶术(femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis,FS-LASIK)和全飞秒激光小切口角膜基质内透镜取出术(small incision lenticule extraction,SMILE)已成为角膜屈光手术中最受欢迎的选择<sup>[2]</sup>。FS-LASIK是先使用飞秒激光设备制作一个可掀开的角膜瓣,随后利用准分子激光切割角膜基质,通过改变角膜曲率来矫正屈光不正<sup>[3]</sup>。SMILE完全依赖飞秒激光,在角膜基质层内进行两次不同深度的扫描,形成一个角膜基质透镜和一个角膜帽,接着在角膜帽边缘制作一个2-4 mm的微小弧形切口,通过该切口将角膜基质透镜取出,以此改变角膜曲率,达到矫正屈光不正的效果<sup>[4]</sup>。近年来FS-LASIK和SMILE已得到广泛应用,但关于这两种手术在术后视力恢复和角膜稳定性方面的研究结果尚不一致,还需大量研究论证<sup>[5-6]</sup>。本研究旨在通过这两种手术方式治疗中度近视患者,对比在近视矫正效果及对角膜影响方面的差异,为患者选择合适的手术方案提供参考依据。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性研究。选择2022年8月至2024年10月本院收治的中度近视患者100例100眼(均取右眼数据进行研究)。根据选择的手术方式不同分为FS-LASIK组52例给予FS-LASIK治疗,SMILE组48例给予SMILE治疗。纳入标准:(1)年龄≥18岁;(2)屈光度数稳定连续

2 a及以上;(3)等效球镜度-3.00--6.00 D。排除标准:(1)近6 mo配戴过角膜接触镜;(2)既往有眼部手术史;(3)角膜炎、结膜炎等眼部感染性疾病活动期;(4)有青光眼、严重白内障等;(5)有眼睑缺损等眼表疾病;(6)角膜营养不良、瘢痕体质、角膜过薄以及圆锥角膜;(7)视功能检查配合较差。本研究已获得医学伦理委员会批准(批号:2024-C-009-E01)。所有参与者均签署知情同意书。

**1.2 方法** 两组患者术前均完善相关检查。术前3 d开始滴左氧氟沙星滴眼液,每日4次。所有手术均由同一医师团队负责。

**1.2.1 FS-LASIK组手术方法** 使用500 kHz的VisuMax飞秒激光仪进行角膜瓣制作,频率为5 MHz,脉冲能量为185 nJ,角膜瓣直径为8.0 mm,角膜瓣厚度为90 μm,光学区域直径为6.2-6.8 mm,蒂均置于角膜上方。掀起角膜瓣后,使用250 Hz MEL-80准分子激光进行角膜基质切削,切削完成后用平衡盐溶液冲洗角膜基质床,复位角膜瓣。

**1.2.2 SMILE组手术方法** 使用500 kHz的VisuMax飞秒激光仪进行手术,能量参数为140 nJ,角膜帽厚度120 μm,直径7.5 mm,基质透镜直径6.5 mm。先在显微镜下定位角膜中心,负压启动固定术眼,然后启动飞秒激光仪,主要步骤包括:(1)基质内透镜的后表面扫描,(2)对透镜的边缘360°垂直扫描,(3)基质内透镜的前表面扫描,(4)在角膜表面10:00-12:00方向做一个2 mm的垂直角膜表面的微切口。最后在显微镜下分离并完整取出透镜,完成手术。

**1.2.3 术后处理** 两组患者术后均使用左氧氟沙星滴眼液每日4次,连续使用1 wk;0.1%氟米龙每日4次,逐渐减少至每日1次。

**1.2.4 观察指标** 术后随访6 mo。(1)术前,术后3、6 mo使用国际标准视力表检测患者的裸眼视力(uncorrected visual acuity,UCVA)和最佳矫正视力(best corrected visual acuity,BCVA),统计分析时换算为LogMAR值;使用电脑验光仪及带状光检影对患者进行验光,等效球镜度=球镜度数+柱镜度数/2。并评价有效性和安全性,有效性指数=术后6 mo UCVA/术前 UCVA,安全性指数=术后6 mo BCVA/术前 BCVA。(2)利用Pentacam角膜地形图测量角膜后表面曲率和角膜Q值。在暗室条件下,患者就座后,下颌置于颌托上,额头牢牢贴在额带上,头部位置保持静止,要求参与者直视前方蓝色固视灯,眨眼3次后尽量睁大眼睛保持,对焦后设备自动采集图像,采集到的图像质量应达到“OK”。收集术前,术后6 mo的角膜曲率、角膜Q值、中央角膜厚度和角膜体积。(3)术前,术后6 mo采用角膜波前像差分析仪检测患者6 mm直径下的总高阶像差、球差和三叶草像差,重复测量3次,取平均值。(4)术前,术后6 mo采用可视化角膜生物力学分析仪检测生物力学相关参数,包括综合半径(integrated radius,IR)、反向凹面半径(inverse concave radius,ICR)、硬度参数(stiffness parameter at a1,SP-A1)、最大压陷曲率半径(highest concavity radius,HC-Radius)、相关厚度-水平方向(ambrosio's relational thickness to the horizontal profile,

ARTh)、形变幅度比值 (deformation amplitude ratio 2, DAR2)。(5)记录两组患者术后并发症发生情况。

统计学分析:采用 SPSS27.0 软件分析数据。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较行独立样本  $t$  检验,组内比较行配对样本  $t$  检验,重复测量方差数据行重复测量方差分析,进一步两两比较采用 LSD- $t$  检验。计数资料以  $n(%)$  表示,行  $\chi^2$ /Fisher 确切概率法检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组患者术前一般资料比较** 两组患者术前一般资料比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 1。

**2.2 两组患者手术前后 UCVA 比较** 两组患者手术前后 UCVA 比较时间差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 1257.000$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ),组间和交互作用比较差异均无统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 0.072$ ,  $P_{\text{组间}} = 0.788$ ;  $F_{\text{交互}} = 0.129$ ,  $P_{\text{交互}} = 0.880$ ),进一步两两比较结果见表 2。

**2.3 两组患者手术前后 BCVA 比较** 两组患者手术前后

BCVA 比较差异均无统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 1.792$ ,  $P_{\text{时间}} = 0.168$ ;  $F_{\text{组间}} = 1.024$ ,  $P_{\text{组间}} = 0.312$ ;  $F_{\text{交互}} = 0.256$ ,  $P_{\text{交互}} = 0.774$ ),见表 3。

**2.4 两组患者术后有效性指数和安全性指数比较** 术后 6 mo,两组患者有效性指数和安全性指数比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 4。

**2.5 两组患者手术前后等效球镜度数比较** 两组患者手术前后等效球镜度数比较时间差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 1620.000$ ,  $P_{\text{时间}} < 0.001$ ),组间和交互作用比较差异均无统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 0.002$ ,  $P_{\text{组间}} = 0.965$ ;  $F_{\text{交互}} = 0.060$ ,  $P_{\text{交互}} = 0.941$ ),进一步两两比较结果见表 5。

**2.6 两组患者手术前后角膜各指标比较** 术前,两组患者的角膜曲率、角膜 Q 值、中央角膜厚度、角膜体积比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。术后 6 mo,两组患者角膜曲率、中央角膜厚度、角膜体积均较术前降低,且 FS-LASIK 组角膜体积更低;两组患者 Q 值均较术前升高,且 FS-LASIK 组更高,差异均有统计学意义 ( $P < 0.001$ ),见表 6。

表 1 两组患者术前一般资料比较

组别	例数(眼数)	性别(男/女,例)	年龄( $\bar{x} \pm s$ ,岁)	等效球镜度( $\bar{x} \pm s$ ,D)	眼压( $\bar{x} \pm s$ ,mmHg)
FS-LASIK 组	52(52)	28/24	26.36±3.58	-4.48±1.10	16.08±3.12
SMILE 组	48(48)	27/21	26.50±3.18	-4.52±1.06	16.14±3.34
$\chi^2/t$		0.058	0.207	0.185	0.093
$P$		0.809	0.837	0.853	0.926

表 2 两组患者手术前后 UCVA 比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,LogMAR)

组别	眼数	术前	术后 3 mo	术后 6 mo
FS-LASIK 组	52	1.135±0.323	-0.037±0.033 <sup>a</sup>	-0.043±0.028 <sup>a</sup>
SMILE 组	48	1.157±0.341	-0.039±0.030 <sup>a</sup>	-0.045±0.029 <sup>a</sup>

注:<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 术前。

表 3 两组患者手术前后 BCVA 比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,LogMAR)

组别	眼数	术前	术后 3 mo	术后 6 mo
FS-LASIK 组	52	-0.042±0.005	-0.043±0.006	-0.044±0.006
SMILE 组	48	-0.042±0.003	-0.042±0.005	-0.043±0.008

注:<sup>a</sup> $P < 0.05$  vs 术前。

表 4 两组患者术后有效性指数和安全性指数比较  $\bar{x} \pm s$

组别	例数	有效性指数	安全性指数
FS-LASIK 组	52	1.19±0.20	1.20±0.21
SMILE 组	48	1.15±0.19	1.15±0.20
$t$		1.023	1.217
$P$		0.309	0.227

表 5 两组患者手术前后等效球镜度数比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,D)

组别	眼数	术前	术后 3 mo	术后 6 mo
FS-LASIK 组	52	-4.48±1.10	0.04±0.23 <sup>a</sup>	0.06±0.25 <sup>a</sup>
SMILE 组	48	-4.52±1.06	0.05±0.21 <sup>a</sup>	0.08±0.25 <sup>a</sup>

表 6 两组患者手术前后角膜各指标比较

组别	眼数	角膜曲率(D)		$t$	$P$	角膜 Q 值		$t$	$P$
		术前	术后 6 mo			术前	术后 6 mo		
FS-LASIK 组	52	43.23±1.22	38.79±1.45	16.896	<0.001	-0.25±0.08	0.93±0.26	31.280	<0.001
SMILE 组	48	43.41±1.40	38.87±1.67	14.434	<0.001	-0.24±0.07	0.73±0.20	31.715	<0.001
$t$		0.687	0.256			0.663	4.285		
$P$		0.494	0.798			0.509	<0.001		
组别	眼数	中央角膜厚度(μm)		$t$	$P$	角膜体积(mm <sup>3</sup> )		$t$	$P$
		术前	术后 6 mo			术前	术后 6 mo		
FS-LASIK 组	52	538.44±14.59	445.58±43.58	14.571	<0.001	64.25±1.63	59.53±1.43	15.697	<0.001
SMILE 组	48	540.21±13.85	437.40±29.74	21.712	<0.001	64.09±1.59	60.95±1.55	9.797	<0.001
$t$		0.621	1.087			0.496	4.765		
$P$		0.536	0.280			0.621	<0.001		

**2.7 两组患者手术前后角膜像差比较** 术前,两组患者总高阶像差、球差、三叶草像差比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。术后6 mo,两组患者总高阶像差、球差、三叶草像差均较术前升高,且FS-LASIK组高于SMILE组,差异均有统计学意义( $P<0.001$ ),见表7-9。

**2.8 两组患者手术前后角膜生物力学参数比较** 术前,两组患者各项角膜生物力学参数比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。术后6 mo,IR、ICR、DAR2均较术前升高,SP-A1、HC-Radius、ARTh均较术前降低,差异均有统计学意义( $P<0.001$ ),但两组间患者各项角膜生物力学参数比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表10。

**2.9 两组患者术后并发症比较** 两组患者术后并发症发生率比较差异无统计学意义(17.3% vs 10.4%, $P=0.321$ ),见表11。

### 3 讨论

飞秒激光的应用推动角膜屈光手术的快速发展,手术过程中,飞秒激光穿透角膜,通过电极作用产生气泡,实现角膜分离,并能够精确控制角膜瓣的厚度,真正实现了“全程无刀”的手术方式<sup>[7]</sup>。研究表明,SMILE和FS-LASIK在改变角膜前表面曲率方同样有效,具有相似的安全性和可预测性,但由于手术原理和设计的不同,两者在角膜神经损伤、生物力学特性、视觉质量和长期屈光度稳定性方面存在差异<sup>[8-10]</sup>。Lazaridis等<sup>[11]</sup>研究显示,在3 a随访期间,接受SMILE和FS-LASIK手术的近视患者,其角膜厚度空间分布和角膜体积均表现出相似的增长趋势,但与接受FS-LASIK的患者相比,接受SMILE的患者后角膜前部及后角膜非球面度保持更为稳定。角膜Q值描述人类角膜前部非球面形状的参数,反映中央区域与旁圆锥区域曲率差异的程度。正常情况下,人眼角膜由中心向边缘逐渐变平,呈椭球状,此时非球面参数Q值<0,在少数人群中,角膜曲率从中心区域向周边区域逐渐变陡,呈扁平椭球状,此时非球面参数Q值>0,角膜屈光手术矫正近视后,Q值通常高于术前,并且在角膜重塑过程中,Q值会随着角膜曲率的变化而变化<sup>[12]</sup>。本研究对比这两种手术方式在中度近视患者近视矫正效果及对角膜影响方面的差异,以期为选择合适手术方案提供参考。

本研究发现,相较于术前,术后两组患者的中央角膜厚度均有所减小,角膜曲率也变得更平缓,Q值则相应增大,表明角膜屈光力均处于稳定状态,分析原因可能是由于屈光手术后角膜中央区域变平坦,而周边区域相对陡峭,从而有利于功能性光学区屈光状态的稳定,减少因角膜形态变化引起的屈光回退现象<sup>[13]</sup>。术后FS-LASIK组Q值大于SMILE组,表明接受SMILE的患者角膜形态变化更为理想,角膜体积是影响角膜生物力学特征的关键结构因素之一,无论是FS-LASIK还是SMILE手术,都会切除部分角膜组织,减少角膜体积,进而改变角膜形状以矫正屈光不正,这解释了本研究结果中两组患者术后角膜体积均有所下降的现象。但SMILE组术后3、6 mo的角膜体积均高于FS-LASIK组,分析原因可能是由于SMILE术中透镜摘除后,眼睑睑板腺分泌物或结膜囊内异物附着于角膜,导致术后角膜体积相对较高<sup>[14-15]</sup>。

表7 两组患者手术前后总高阶像差比较 ( $\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$ )

组别	眼数	术前	术后6 mo	t	P
FS-LASIK组	52	0.16±0.04	0.46±0.11	18.463	<0.001
SMILE组	48	0.17±0.05	0.24±0.07	5.638	<0.001
<i>t</i>		1.108	11.820		
<i>P</i>		0.270	<0.001		

表8 两组患者手术前后球差比较 ( $\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$ )

组别	眼数	术前	术后6 mo	t	P
FS-LASIK组	52	0.19±0.06	0.45±0.14	12.309	<0.001
SMILE组	48	0.20±0.06	0.28±0.08	5.543	<0.001
<i>t</i>		0.833	7.373		
<i>P</i>		0.407	<0.001		

表9 两组患者手术前后三叶草像差比较 ( $\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$ )

组别	眼数	术前	术后6 mo	t	P
FS-LASIK组	52	0.17±0.05	0.27±0.08	7.644	<0.001
SMILE组	48	0.16±0.05	0.20±0.06	3.548	0.001
<i>t</i>		0.999	4.918		
<i>P</i>		0.320	<0.001		

眼科手术中屈光手术对术后视觉质量要求较高,UCVA和BCVA这两个指标反映患者的主观视觉质量。本结果显示,FS-LASIK和SMILE对中度近视患者主观视觉质量的影响无显著差异,两组患者术后6 mo的有效性指数和安全性指数比较无明显差异,进一步证明两种手术矫正近视的有效性和安全性。人的眼球并非完美的屈光系统,人眼实际波前与理想波前之间存在偏差,这种偏差被称为波前像差,角膜波前像差是人眼总波前像差的重要组成部分,激光角膜屈光手术中角膜形状、角膜厚度等参数的改变必然引起角膜像差的改变,进而影响术后视觉质量<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,术后6 mo,术后总高阶像差、球差、三叶草相差均升高,且FS-LASIK组更高,表明SMILE术后患者客观视觉质量更高。分析其原因,术后早期角膜基质床和角膜帽未完全愈合,随着角膜的逐渐愈合,角膜基质纤维重新排列,导致总高阶像差、球差、三叶草像差的变化<sup>[17]</sup>;相比之下,FS-LASIK术后患者的角膜Q值较大,反映角膜中央区域较为平坦,而周边区域较为陡峭,这种角膜形态的显著变化对视觉质量产生了不利影响。散光会影响眼睛的屈光状态,本研究中两组患者术后等效球镜度均高于术前,表明FS-LASIK与SMILE均能矫正散光,改善屈光状态。本研究还显示,两组患者术后并发症发生率比较无统计学差异,表明两种手术方式都会带来相关并发症,各有优势和不足。

本研究发现,FS-LASIK和SMILE治疗中度近视患者术后角膜生物力学参数比较无显著差异,表明两种手术对中度近视患者术后角膜稳定性的影响基本相当。本研究结果与李文静等<sup>[18]</sup>的研究结果基本一致。术后6 mo,IR和ICR升高,说明角膜的形态在术后6 mo发生了一定的变化,整体上角膜的曲率半径增大,即角膜变得相对更

表 10 组患者手术前后角膜生物力学参数比较

 $\bar{x} \pm s$ 

组别	眼数	IR (mm)		t	P	ICR (mm)		t	P
		术前	术后 6 mo			术前	术后 6 mo		
FS-LASIK 组	52	7.29±0.92	9.34±1.06	26.929	<0.001	0.16±0.02	0.20±0.02	26.381	<0.001
SMILE 组	48	7.25±0.86	9.62±1.03	32.336	<0.001	0.16±0.02	0.20±0.02	25.336	<0.001
t		0.224	1.338			0.000	0.000		
P		0.823	0.184			1.000	1.000		

  

组别	眼数	SP-A1		t	P	HC-Radius (mm)		t	P
		术前	术后 6 mo			术前	术后 6 mo		
FS-LASIK 组	52	99.58±12.25	76.22±11.59	25.793	<0.001	7.76±0.85	6.50±0.62	21.170	<0.001
SMILE 组	48	101.34±13.13	75.83±11.37	25.997	<0.001	7.80±0.89	6.36±0.26	19.209	<0.001
t		0.693	0.170			0.230	1.451		
P		0.490	0.866			0.819	0.150		

  

组别	眼数	ARTh		t	P	DAR2		t	P
		术前	术后 6 mo			术前	术后 6 mo		
FS-LASIK 组	52	511.48±83.56	191.45±57.28	54.712	<0.001	4.12±0.40	5.11±0.70	19.867	<0.001
SMILE 组	48	524.37±102.87	192.66±61.35	43.754	<0.001	4.14±0.42	5.34±0.42	36.194	<0.001
t		0.690	0.102			0.244	1.972		
P		0.492	0.919			0.808	0.051		

表 11 两组患者术后并发症比较

眼

组别	眼数	角膜水肿	瓣膜破裂	角膜瓣源出血	干眼	感染	合计
FS-LASIK 组	52	1	1	3	3	1	9
SMILE 组	48	2	0	1	1	1	5

平坦。分析原因可能为两种手术方式矫正近视后常见的改变,通过改变角膜的曲率来达到矫正屈光不正的目的,符合手术的预期效果。两组 SP-A1 均降低,表明角膜的硬度在术后有所下降,角膜的抵抗外力变形的能力变弱,可能是因为 FS-LASIK 和 SMILE 均对角膜组织进行切削或处理,破坏角膜原有的生物力学结构,导致角膜硬度降低,而 DAR2 升高,意味着角膜在受到外力作用时的形变能力增强,结合硬度参数降低来看,角膜硬度下降使得角膜更容易发生形变。

综上所述,FS-LASIK 和 SMILE 均有助于改善中度近视患者的视觉质量,术后早期角膜形态变化各具特点,术后接受 FS-LASIK 的患者角膜 Q 值、高阶像差大于接受 SMILE 的患者。但本研究也存在一些局限性,样本量有限,来源于同一地域,数据具有一定局限,另本研究仅评估了患者术后早期的角膜重塑形态变化,而术后长期的角膜形态可能会继续发生变化,需要进行更长期的随访,未来将增加样本量、扩大地域来源,进行大样本、多中心探究 FS-LASIK 与 FA-SMILE 对近视患者角膜形态的影响。

**利益冲突说明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**朱丹论文选题与修改,初稿撰写;周丹文献检索;王青夏数据分析;马晓昀选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

**参考文献**

[1] Liu ST, Zhou XT, Zhao Y. Comparison of predictability in central corneal thickness reduction after SMILE and FS-LASIK for high myopia correction. Ophthalmol Ther, 2023, 12(1):549-559.

[2] 刘晓鹏,孙芳芳,王晓璇,等.飞秒激光辅助的个性化准分子激光原位角膜磨镶术的临床应用进展.国际眼科杂志,2025,25(7):1116-1121.

[3] 赵立全,李良毛,刘俊,等.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术与飞秒激光制瓣 LASIK 治疗近视及散光术后 1 年随访效果观察.海南医学,2019,30(6):759-762.

[4] Fuest M, Mehta JS. Advances in refractive corneal lenticule extraction. Taiwan J Ophthalmol, 2021, 11(2):113-121.

[5] 王树林,庞辰久,王浩,等. FS-LASIK 与 SMILE 矫治散光的矢量分析及临床效果比较.中华实验眼科杂志,2022,40(3):227-234.

[6] 张醇,黎明,应方微,等. FS-SBK 术、SMILE 术、LASIK 术对近视及近视散光患者角膜生物力学、中央角膜内皮细胞的影响.实用医学杂志,2021,37(14):1837-1841,1845.

[7] 杜云,毕伍牧,孙康,等.中低度近视 FS-LASIK、SMILE 及 ICL 植入术的效果比较.中华眼外伤职业眼病杂志,2022,44(2):152-156.

[8] Xin Y, Lopes BT, Wang JJ, et al. Biomechanical effects of tPRK, FS-LASIK, and SMILE on the Cornea. Front Bioeng Biotechnol, 2022, 10:834270.

[9] Zhang Y, Sun XX, Chen YG. Comparison of corneal optical quality after SMILE, wavefront-optimized LASIK and topography-guided LASIK for myopia and myopic astigmatism. Front Med (Lausanne), 2022, 9:870330.

[10] Ji Y, Wan WJ, Zhang Q, et al. Analysis of the effectiveness of SMILE, FS-LASIK, and SBK in myopic patients and the impact in UCVA and tear film stability. Contrast Media Mol Imaging, 2022, 2022:6233232.

[11] Lazaridis A, Spiru B, Giallouros E, et al. Corneal remodeling after myopic SMILE versus FS-LASIK: aspatial analysis of short- and mid-

- term corneal thickness, volume, and shape changes. Cornea, 2022, 41(7):826–832.
- [12] 陈弯, 李莉, 刘胜旭, 等. SMILE 与 FS-LASIK 术后光学区特性比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2020, 22(5):333–340.
- [13] 吴博文, 吴加钦, 汪凌, 等. SMILE 与 FS-LASIK 矫治近视术后功能性光学区及角膜形态变化比较. 中华实验眼科杂志, 2023, 41(9):891–897.
- [14] 吴媛朋, 沈婷, 邱培瑾, 等. 高度近视行 SMILE 与 FS-LASIK 术后早期角膜体积及厚度空间分布的变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2023, 25(11):817–824.
- [15] 中华医学会眼科学分会眼视光学组, 吕帆. 我国飞秒激光小切口角膜基质透镜取出手术规范专家共识(2018 年). 中华眼科杂志, 2018, 10:729–736.
- [16] 王嘉南, 肖玥言, 郑平, 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.
- [17] 刘明娜, 史伟云, 高华, 等. FS-LASIK 与 SMILE 术后角膜高阶像差变化比较. 中华实验眼科杂志, 2023, 41(8):755–762.
- [18] 李文静, 刘洋, 王政来, 等. 角膜生物力学分析仪评估 SMILE 与 FS-LASIK 术后角膜生物力学的变化. 国际眼科杂志, 2023, 23(11):1793–1797.

## 国际眼科杂志中文版(IES)近5年核心影响因子趋势图

