

# SMILE 术前屈光状态对术后调节功能变化的影响

张梅洛<sup>1</sup>, 田春雨<sup>1,2</sup>, 杨青华<sup>1</sup>, 贾烈曦<sup>1</sup>, 张鸿韬<sup>1</sup>, 李满梅<sup>1</sup>, 杜争情<sup>1</sup>, 曾卓<sup>1</sup>, 王雪<sup>1</sup>, 张葳<sup>1</sup>

引用:张梅洛,田春雨,杨青华,等. SMILE 术前屈光状态对术后调节功能变化的影响. 国际眼科杂志, 2025,25(2):323-327.

基金项目:北京市科技计划项目(No.Z171100001017172)

作者单位:<sup>1</sup>(100039)中国北京市,解放军总医院第三医学中心眼科医学部;<sup>2</sup>(100048)中国北京市,解放军总医院第六医学中心眼科

作者简介:张梅洛,本科,初级技师,研究方向:眼视光、屈光手术、眼科特检。

通讯作者:田春雨,博士,副主任医师,研究方向:眼视光、屈光手术、近视防控、小儿眼病及斜弱视. 18600317079@163.com

收稿日期:2024-08-15 修回日期:2024-12-31

## 摘要

**目的:**探讨不同屈光状态下 SMILE 手术前后患者的调节灵敏度情况及变化规律。

**方法:**前瞻性临床队列研究。随机选取 2023-06/12 就诊于我院行 SMILE 手术且建立视功能档案的患者 59 例 118 眼,其中男 37 例,女 22 例,年龄 18-35(平均 $25.19\pm 5.65$ )岁。按照术前等效球镜(SE)分为两组:中低度近视组( $SE\geq -6.00$  DS)40 例 80 眼,高度近视组( $SE< -6.00$  DS)19 例 38 眼。比较术前,术后 1 wk,1 mo 单眼(右眼、左眼)和双眼调节灵敏度,分析两组患者 SMILE 手术前后的调节灵敏度变化情况。

**结果:**所有患者手术均顺利完成,中低度近视组 33 例 66 眼完成术后 1 mo 随访,失访率为 17.5%(7/40);高度近视组 15 例 30 眼完成术后 1 mo 随访,失访率为 21.1%(4/19)。两组患者 SMILE 术后裸眼视力和等效球镜均较术前明显改善(均  $P<0.05$ )。所有患者右眼调节灵敏度术后 1 mo 较术前和术后 1 wk 均提高( $P=0.002,0.006$ )。左眼调节灵敏度术后 1 mo 较术后 1 wk 显著提高( $P=0.005$ )。双眼调节灵敏度术后 1 mo 较术前显著提高( $P<0.017$ )。中低度近视组患者术后 1 mo 右眼调节灵敏度较术前和术后 1 wk 比较均有差异( $P=0.011,0.004$ ),左眼术后 1 mo 较术后 1 wk 显著提高( $P=0.001$ ),双眼术后 1 mo 较术前显著提高( $P<0.001$ )。高度近视组患者手术前后右眼、左眼和双眼调节灵敏度均无差异(均  $P>0.017$ )。

**结论:**SMILE 术后单眼调节灵敏度出现一过性下降后在术后 1 mo 提升至超过术前,双眼调节灵敏度在术后逐渐提高。SMILE 手术对中低度近视的单眼和双眼调节灵敏度均产生积极影响,对高度近视的调节灵敏度无明显影响。加强 SMILE 术前和术后单眼及双眼的调节灵敏度检测具有临床意义。

**关键词:**近视;飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE);调节;调节灵敏度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.2.28

## Effect of refractive status before small incision lenticule extraction surgery on postoperative accommodative function

Zhang Meiluo<sup>1</sup>, Tian Chunyu<sup>1,2</sup>, Yang Qinghua<sup>1</sup>, Jia Liexi<sup>1</sup>, Zhang Hongtao<sup>1</sup>, Li Manmei<sup>1</sup>, Du Zhengqing<sup>1</sup>, Zeng Zhuo<sup>1</sup>, Wang Xue<sup>1</sup>, Zhang Wei<sup>1</sup>

**Foundation item:** Science and Technology Plan Project of Beijing (No.Z171100001017172)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, the Third Medical Center of the General Hospital of the PLA, Beijing 100039, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, the Sixth Medical Center of the General Hospital of the PLA, Beijing 100048, China

**Correspondence to:** Tian Chunyu. Department of Ophthalmology, the Third Medical Center of the General Hospital of the PLA, Beijing 100039, China; Department of Ophthalmology, the Sixth Medical Center of the General Hospital of the PLA, Beijing 100048, China. 18600317079@163.com

Received:2024-08-15 Accepted:2024-12-31

## Abstract

• **AIM:** To investigate the abnormal conditions and change patterns of accommodative facility in patients with different refractive states before and after small incision lenticule extraction (SMILE) surgery.

• **METHODS:** A prospective clinical cohort study was conducted. A total of 59 patients (118 eyes) who underwent SMILE surgery and had visual function files established in our hospital from June to December 2023 were randomly selected, including 37 males and 22 females, aged 18-35 years (with an average age of  $25.19\pm 5.65$  years). According to the preoperative spherical equivalent (SE), they were divided into two groups: the low-to-moderate myopia group ( $SE\geq -6.00$  DS) with 40 patients (80 eyes), and the high myopia group ( $SE< -6.00$  DS) with 19 patients (38 eyes). The monocular and binocular accommodative facility before surgery and at 1 wk and 1 mo after surgery were compared, and the changes in accommodative facility before and after SMILE surgery in the two groups of patients were analyzed.

• **RESULTS:** All surgeries were completed successfully. In the low-to-moderate myopia group, 33 cases (66 eyes) completed the 1-month follow-up after surgery, with a loss to follow-up rate of 17.5% (7/40). In the high myopia group, 15 patients (30 eyes) completed the 1-month follow-up after surgery, with a loss to follow-up rate of 21.1% (4/19). After SMILE surgery, the uncorrected visual

acuity and SE of both low-to-moderate myopia and high myopia were significantly improved (all  $P < 0.05$ ). The accommodative facility of the right eyes in all the patients at 1 mo after surgery was better than that before surgery and at 1 wk after surgery ( $P = 0.002, 0.006$ ), the accommodative facility of the left eyes was significantly increased at 1 mo after surgery than that at 1 wk after surgery ( $P = 0.005$ ), and the binocular accommodative facility at 1 mo after surgery was significantly increased compared with that before surgery ( $P < 0.017$ ). Furthermore, there were statistical significance in accommodative facility of the right eyes in the low-to-moderate group at 1 mo compared with that before surgery and at 1 wk after surgery ( $P = 0.011, 0.004$ ); it was significantly increased in the left eyes at 1 mo after surgery compared with that at 1 wk after surgery ( $P = 0.001$ ), and binocular accommodative facility at 1 mo after surgery was significantly better than that before surgery ( $P < 0.001$ ). Furthermore, there was no statistical significance in the right, left and binocular accommodative facility of patients in the high myopia group (all  $P > 0.017$ ).

• **CONCLUSION:** After SMILE surgery, the monocular accommodative facility shows a transient decrease and then exceeds the preoperative level at 1 mo after surgery, and the binocular accommodative facility gradually improves after surgery. SMILE surgery has a positive impact on the monocular and binocular accommodative facility in patients with low-to-moderate myopia, but has no significant impact on the accommodative facility in patients with high myopia. It is of clinical significance to strengthen the detection of monocular and binocular accommodative facility before and after SMILE surgery.

• **KEYWORDS:** myopia; small incision lenticule extraction (SMILE); accommodation; accommodative facility

**Citation:** Zhang ML, Tian CY, Yang QH, et al. Effect of refractive status before small incision lenticule extraction surgery on postoperative accommodative function. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025,25(2):323-327.

## 0 引言

近年来,角膜屈光手术成为了众多成年近视患者的重要选择。其中,飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 因手术切口更小、无瓣,伤口恢复更快,术后无角膜瓣移位风险,术后视力更稳定等原因被越来越多的人广泛认可<sup>[1-3]</sup>。研究报告,SMILE 术后低、中、高度近视患者均获得了长期良好的视力<sup>[4]</sup>。国外也有研究报告,SMILE 术后患者裸眼视力良好,且长期稳定<sup>[5]</sup>。在满足近视患者视远清晰的基本愿望后,其术后的视觉质量、近距离工作阅读时的舒适度也逐渐引起更多地关注和重视,清晰、舒适、持久的视觉质量成为更高的衡量术后效果的标准。而部分患者在术后清晰的裸眼视力下抱怨早期视近不能持久、近距离阅读不适等视觉质量欠佳症状,研究表明这可能与调节功能异常有关<sup>[6-7]</sup>。调节功能是眼的重要功能之一,是一个动态的过程。调节灵敏度 (accommodative

facility, AF) 是一组动态指标,一定程度上反映了调节的速度和准确性;而且调节灵敏度可进行单眼和双眼检查,无论是单眼调节灵敏度 (monocular accommodative facility, MAF) 还是双眼调节灵敏度 (binocular accommodative facility, BAF) 测量结果出现异常,均有可能是双眼视功能异常的一种前期表现,因此对于评价视觉功能有重要价值<sup>[8-9]</sup>。国内研究报告,单眼调节灵敏度在术后 1 wk 降低,随着时间变化,逐渐增加甚至超过术前。还有研究报告,中低度近视患者调节灵敏度均较术前增大<sup>[10-11]</sup>。国外研究报告,SMILE 术后调节功能发生显著变化<sup>[12]</sup>。既往研究显示 SMILE 术后调节灵敏度有一定的变化,但未根据术前患者屈光状态等因素进行分组比较单眼和双眼调节灵敏度在 SMILE 手术前后的变化。综上所述,本研究进行前瞻性队列研究,旨在探讨 SMILE 术前不同屈光状态对术后单眼和双眼调节灵敏度的影响,以期发现其规律和临床意义。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 前瞻性临床队列研究。随机选取 2023-06/12 就诊于我院行 SMILE 手术且建立视功能档案的患者 59 例 118 眼,其中男 37 例,女 22 例,年龄 18-35 (平均 25.19±5.65) 岁。按照术前等效球镜 (SE) 分为两组:中低度近视组 (SE ≥ -6.00 DS) 40 例 80 眼,高度近视组 (SE < -6.00 DS) 19 例 38 眼。纳入标准:(1) 年龄 18-35 岁;(2) 无手术史、外伤史等其他疾病;(3) 无眼部其他器质性病变;(4) 无影响眼部调节功能的用药史;(5) 非老视性屈光不正者;(6) 眼部及全身状况可行 SMILE 手术者;(7) 双眼无屈光参差;(8) 散光小于 2 D;(9) 术前屈光矫正方式为长期配戴框架眼镜者。排除标准:(1) 无法配合完成相应视功能检查者;(2) 双眼斜视者;(3) 不符合屈光手术适应证者;(4) 既往屈光不正未曾矫正者。本研究严格遵守《赫尔辛基宣言》并获得医院伦理委员会的批准,所有参与者均签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 检查及手术方法** 所有患者按照以下顺序和步骤由同一位有经验的眼科技师完成术前相应验光及视功能检查<sup>[13]</sup>:(1) 旧镜度数检测;(2) 小瞳电脑验光;(3) 小瞳主觉验光;(4) 主视眼检查;(5) 扩瞳电脑验光;(6) 扩瞳主觉验光;(7) 择日小瞳电脑验光;(8) 择日小瞳主觉验光;(9) 再次主视眼检查;(10) 双眼视觉功能检查。所有手术由同一位有经验的医生应用全飞秒激光治疗仪行双眼 SMILE 手术,手术室温度 20±2 °C,湿度 40%-50%。先制作角膜透镜和角膜帽,飞秒激光脉冲频率 500 kHz,能量 135 nJ,角膜帽厚度设置为 120 μm,角膜帽直径 7.5 mm,透镜直径 6.5 mm,然后在角膜上方 120° 方位做 2 mm 切口。激光扫描后,分离取出透镜。术后 1 wk, 1 mo 由同一位有经验的眼科技师按照以下顺序和步骤完成相应验光及视功能检查:(1) 电脑验光;(2) 裸眼视力;(3) 主视眼检查;(4) 主觉验光;(5) 双眼视觉功能检查。

**1.2.2 调节灵敏度检查方法** 患者在完全矫正屈光不正的情况下,注视最佳矫正近视力上一行视标,视标放在 40 cm 处,环境照明良好,将翻转拍 +2.00 DS 的镜片放置在受检者眼前,开始计时,一旦受检者报告清楚时即翻转至 -2.00 DS,看清视标后再回到 +2.00 DS,此为一圈,重复该步骤。记录 1 min 内翻转的圈数和有困难的镜片,一正一负为一圈,记录为圈/分 (circle per minute, c/mim)。先行

双眼检查,后行单眼检查。检查前详细告知患者检查的方法和目的,并让患者练习2次以上。以MAF<12 c/min、BAF<8 c/min为异常结果标准<sup>[14]</sup>。

统计学分析:采用SPSS 27.0统计学软件对数据进行处理。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 描述,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验,重复测量数据采用重复测量方差分析,进一步两两比较采LSD- $t$ 检验。不符合正态分布的计量资料用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,两组间比较采用非参数检验的两独立样本检验Mann-Whitney  $U$ 检验;重复测量数据比较采用非参数检验中的K个相关样本Friedman检验,进一步两两比较Bonferroni校正( $P<0.017$ )。计数资料用 $n(\%)$ 描述,采用卡方检验。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

所有患者手术均顺利完成,中低度近视组33例66眼完成术后1 mo随访,失访率为17.5%(7/40);高度近视组15例30眼完成术后1 mo随访,失访率为21.1%(4/19)。

**2.1 两组患者术前一般资料比较** 两组患者术前性别、年龄、眼压、角膜厚度、角膜内皮细胞密度比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),两组患者眼轴长度比较差异有统计学意义( $t=4.503, P<0.05$ ),见表1。

**2.2 两组患者手术前后裸眼视力比较** 两组患者手术前后裸眼视力组间和交互比较差异无统计学意义( $F_{组间}=0.552, P_{组间}=0.459; F_{交互}=1.203, P_{交互}=0.305$ ),时间比较差异有统计学意义( $F_{时间}=1368.104, P_{时间}<0.05$ )。两组患者术后1 wk, 1 mo裸眼视力较术前改善,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );术后1 mo与术后1 wk比较差异均无统计学意义( $P=0.872, 0.641$ ),见表2。

**2.3 两组患者手术前后等效球镜比较** 两组患者手术前后等效球镜比较差异有统计学意义( $F_{组间}=29.953, P_{组间}<0.05; F_{时间}=617.114, P_{时间}<0.05; F_{交互}=41.86, P_{交互}<0.05$ )。两组患者术前等效球镜比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),术后1 wk, 1 mo两组患者等效球镜比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。各组患者术后1 wk, 1 mo等效球镜较术前改善,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),术后1 mo与术后1 wk比较差异均无统计学意义( $P=0.076, 0.062$ ),见表2。

**2.4 SMILE手术前后单眼和双眼调节灵敏度比较** SMILE手术前后右眼、左眼和双眼调节灵敏度比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。右眼调节灵敏度术后1 mo较术前和术后1 wk比较差异均有统计学意义( $P=0.002, 0.006$ )。左眼调节灵敏度术后1 mo较术后1 wk显著提高,差异有统计学意义( $P=0.005$ )。双眼调节灵敏度术后1 mo较术前显著提高,差异有统计学意义( $P<0.017$ ),见表3。

**2.5 两组患者手术前后调节灵敏度比较** 两组患者手术前后右眼、左眼和双眼调节灵敏度比较差异均有统计学意义( $Z_{右眼}=13.168, P_{右眼}=0.001; Z_{左眼}=13.984, P_{左眼}=0.001; Z_{双眼}=21.268, P_{双眼}<0.05$ )。中低度近视组患者术后1 mo右眼调节灵敏度较术前和术后1 wk比较差异均有统计学意义( $P=0.011, 0.004$ ),左眼调节灵敏度术后1 mo较术后1 wk显著提高,差异有统计学意义( $P=0.001$ ),双眼调节灵敏度术后1 mo较术前显著提高,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。高度近视组患者手术前后右眼、左眼和双眼调节灵敏度差异无统计学意义( $P>0.017$ ),见表4-6。

表1 两组患者术前一般资料比较

组别	例数 (眼数)	性别(例,%)		年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	眼压 ( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	眼轴 ( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	角膜厚度 ( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ m)	角膜内皮细胞密度 ( $\bar{x}\pm s$ ,cells/mm <sup>2</sup> )
		男	女					
中低度近视组	33(66)	14(42.4)	19(57.6)	22.45 $\pm$ 8.58	15.60 $\pm$ 2.18	25.29 $\pm$ 0.99	542.12 $\pm$ 32.59	3001.34 $\pm$ 274.83
高度近视组	15(30)	6(40.0)	9(60.0)	22.26 $\pm$ 8.58	15.61 $\pm$ 2.05	26.22 $\pm$ 0.77	533.26 $\pm$ 25.35	2977.20 $\pm$ 342.26
$\chi^2/t$		0.025		0.678	0.021	4.503	1.316	0.369
$P$		0.875		0.501	0.983	<0.05	0.191	0.713

注:中低度近视组为SE $\geq$ -6.00 DS;高度近视组为SE<-6.00 DS。

表2 两组患者手术前后裸眼视力和等效球镜比较

组别	眼数	裸眼视力(LogMAR)			等效球镜(D)			$\bar{x}\pm s$
		术前	术后1 wk	术后1 mo	术前	术后1 wk	术后1 mo	
中低度近视组	66	0.62 $\pm$ 0.03	0 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	-0.01 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	-3.94 $\pm$ 1.61	0.81 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	0.76 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>	
高度近视组	30	0.89 $\pm$ 0.02	0.01 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	-7.07 $\pm$ 1.17	0.11 $\pm$ 0.39 <sup>a</sup>	0.33 $\pm$ 0.41 <sup>a</sup>	
$t$		0.524	0.481	1.242	9.508	1.905	1.299	
$P$		0.602	0.632	0.219	<0.05	0.600	0.197	

注:中低度近视组为SE $\geq$ -6.00 DS;高度近视组为SE<-6.00 DS;<sup>a</sup> $P<0.05$  vs 同组术前。

表3 SMILE手术前后单眼和双眼调节灵敏度比较

组别	眼数	调节灵敏度( $M(P_{25}, P_{75}), c/min$ )			$Z$	$P$
		术前	术后1 wk	术后1 mo		
右眼	48	9.00(5.50, 11.50)	7.75(5.625, 11.375)	9.50(7.625, 12.375) <sup>a, b</sup>	15.290	<0.05
左眼	48	8.00(5.00, 11.375)	7.00(3.625, 10.00)	9.00(6.50, 10.50) <sup>b</sup>	11.057	<0.05
双眼	48	9.00(6.00, 11.50)	9.50(7.00, 12.875)	11.50(9.125, 13.00) <sup>a</sup>	20.793	<0.05

注:中低度近视组为SE $\geq$ -6.00 DS;高度近视组为SE<-6.00 DS;<sup>a</sup> $P<0.017$  vs 同组术前;<sup>b</sup> $P<0.017$  vs 同组术后1 wk。

表4 两组患者手术前后右眼调节灵敏度比较

[ $M(P_{25}, P_{75})$ , c/min]

组别	眼数	术前	术后 1 wk	术后 1 mo
中低度近视组	33	9.00(5.50, 11.50)	7.00(5.25, 10.00)	9.50(7.75, 12.25) <sup>a, b</sup>
高度近视组	15	9.50(7.00, 12.00)	9.00(6.50, 13.00)	10.00(7.50, 15.00)
Z		-0.636	-1.937	-0.524
P		0.525	0.053	0.601

注:中低度近视组为  $SE \geq -6.00$  DS;高度近视组为  $SE < -6.00$  DS;<sup>a</sup> $P < 0.017$  vs 同组术前;<sup>b</sup> $P < 0.017$  vs 同组术后 1 wk。

表5 两组患者手术前后左眼调节灵敏度比较

[ $M(P_{25}, P_{75})$ , c/min]

组别	眼数	术前	术后 1 wk	术后 1 mo
中低度近视组	33	8.00(4.25, 10.75)	6.00(2.75, 9.25)	9.00(6.25, 10.25) <sup>a</sup>
高度近视组	15	9.00(6.50, 12.00)	9.00(5.00, 13.50)	9.00(7.00, 11.50)
Z		-1.148	-1.882	-0.524
P		0.251	0.060	0.601

注:中低度近视组为  $SE \geq -6.00$  DS;高度近视组为  $SE < -6.00$  DS;<sup>a</sup> $P < 0.017$  vs 同组术后 1 wk。

表6 两组患者手术前后双眼调节灵敏度比较

[ $M(P_{25}, P_{75})$ , c/min]

组别	例数	术前	术后 1 wk	术后 1 mo
中低度近视组	33	8.00(5.50, 11.25)	9.00(6.75, 12.25)	11.00(9.00, 13.00) <sup>a</sup>
高度近视组	15	11.00(7.00, 12.50)	11.00(8.00, 14.00)	11.50(10.00, 18.00)
Z		-1.705	-1.036	-1.137
P		0.088	0.300	0.256

注:中低度近视组为  $SE \geq -6.00$  DS;高度近视组为  $SE < -6.00$  DS;<sup>a</sup> $P < 0.017$  vs 同组术前。

### 3 讨论

随着现代医学的进步和发展以及人们生活水平的不断提高,SMILE 手术因其无瓣、微创等优点而备受关注,成为越来越多近视患者摘镜的选择<sup>[15-17]</sup>。人们在 SMILE 术后获得良好、稳定的屈光状态和视力后,越来越关注术后的视觉质量,清晰、舒适、持久的视觉质量成为患者更高地追求。既往研究提示,屈光手术前后双眼视觉异常问题常见,屈光手术可暂时性影响调节功能,角膜屈光术后与术前配戴框架眼镜相比,镜眼距的消失、棱镜效应的改变、伤口的愈合情况、术后早期的角膜水肿、视近时突然增加的调节需求、术后屈光状态等因素会引起相应调节功能的变化,术后视网膜成像清晰度提高,对比敏感度增强,视觉信号传导增多,但是视皮层与视网膜传导信号强度之间长期的平衡被打破,新的平衡还未建立,也可能导致术后调节功能的改变,调节参数的改变对术后的视觉质量存在着不同程度的影响<sup>[18-20]</sup>。调节灵敏度作为反映调节功能的重要指标之一,是测量人眼对交替变化的调节刺激做出快速和精准调节反应能力的动态指标,是一个预测潜在视觉不适的有用指标,可以反映调节能力的速度和准确性,具有临床研究价值。且调节灵敏度可分别进行单眼和双眼的检查,无论是单眼还是双眼结果出现异常,均有可能是双眼视功能异常的一种前期表现,对诊断调节和集合异常具有相对敏感性,对评价视觉功能具有重要价值。

视力和屈光度数是患者手术前后最为关注的问题,也是 SMILE 手术的首要评判标准,本研究显示,SMILE 术前中低度近视组和高度近视组的裸眼视力差异无统计学意义,等效球镜在术前比较组间差异具有统计学意义;术后裸眼视力和等效球镜组间无统计学差异,但组内对比术后较术前均有明显改善。提示 SMILE 手术后中低度近视组和高度近视组均能获得良好的裸眼视力和降低患者的屈光不正度数,且两组之间差异无统计学意义,表明 SMILE

手术对不同屈光程度的患者矫正效果相同,这与既往的报道结果相一致<sup>[1,4]</sup>。

本研究发现,单眼的调节灵敏度在术后 1 wk 较术前都呈现一过性的降低,术后 1 mo 提升至超过术前的变化趋势,这与既往研究结果一致<sup>[10,21]</sup>。因此提示 SMILE 手术不仅在视力上使患者摆脱了眼镜,裸眼视力有了显著提高,而且提高了患者的单眼调节灵敏度,使患者的视功能得到改善,因此可能会带来比配戴框架眼镜更好的视觉质量。而术后的一过性功能下降可能是造成患者抱怨术后早期视近困难的原因<sup>[21]</sup>,造成术后出现一过性的功能下降的原因可能与镜眼距的消失、术中的负压吸引造成的睫状肌痉挛等因素有关,还有待于进一步进行临床探究。本研究还发现双眼的调节灵敏度在术后持续上升,推测可能与术后集合功能的改变有关,单眼调节灵敏度只反映单眼的调节能力,而双眼的调节灵敏度还需要集合功能的参与,因此造成术后单眼和双眼调节灵敏度变化趋势不一致的原因可能与术后集合功能的改变有关,下一步将继续观察手术前后双眼调节灵敏度的变化规律,并纳入相关患者的集合功能,更加全面、客观地分析 SMILE 术后双眼视功能的变化情况。

本研究中,右眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术前和术后 1 wk 均有明显改善,但术后 1 wk 的单眼和双眼调节灵敏度较术前差异无统计学意义。本研究结果与唐敏等<sup>[22]</sup>研究结果一致,与本研究不同,陈晓琴等<sup>[10]</sup>发现,在术后 1 wk 右眼调节灵敏度较术前降低。造成此差异的原因可能与入组患者术前的调节灵敏度有关,陈晓琴等<sup>[10]</sup>研究入组患者术前单眼调节灵敏度在正常范围,本研究与唐敏等<sup>[22]</sup>研究中入组的患者术前单眼调节灵敏度均低于正常值。本研究还显示,左眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术后 1 wk 明显改善,双眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术前显著提高。综上,SMILE 术后 1 mo 无论是单眼还是双眼调节

灵敏度较之前都有显著提高,较术前和术后 1 wk 拥有更好的调节能力,这与临床患者自觉术后 1 wk 视疲劳较重,术后 1 mo 视疲劳症状改善的临床表现相一致,后续将增加视疲劳调查问卷,进行调节功能变化与视疲劳症状的相关性研究。

研究显示,中低度近视组的单眼调节灵敏度术后先下降后提升,双眼调节灵敏度在术后各时间点较术前逐渐提升;高度近视的单眼和双眼调节灵敏度在手术前后差异无统计学意义。杜凯旋等<sup>[11]</sup>也曾报道中低度近视双眼调节灵敏度在 SMILE 术后较术前增大,高度近视患者手术前后调节功能变化无明显差异,该文章曾在讨论中提及欠矫可能是导致高度近视术后调节功能变化不明显的原因。本研究也认为欠矫可能是导致高度近视组术后双眼调节灵敏度无明显差异的原因,后续会增加对患者术前旧镜配戴情况的观察,深入了解和分析不同戴镜习惯对患者手术前后调节功能的影响。且高度近视患者在手术前后屈光状态改变较大,而中低度近视患者手术前后屈光状态变化更小,调节功能可能改变更早,本文观察时间较短,也可能是造成 SMILE 手术前后高度近视患者调节功能无显著差异的原因,后续的研究中将延长观察时间,继续研究 SMILE 手术对高度近视调节功能的影响。还有研究表明屈光术后发生调节痉挛的最主要的原因是术后过矫,本研究中中低度近视组术后的屈光状态过矫度数较高度近视更高,但是差异无统计学意义,可能与样本量有关,后续将增加样本量,继续探究术后过矫和调节痉挛的相关性。本研究还发现,中低度近视组右眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术前和术后 1 wk 有所提升;左眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术后 1 wk 有提升;双眼调节灵敏度在术后 1 mo 较术前有提升;因此中低度近视患者无论是单眼还是双眼调节灵敏度在术后 1 mo 的调节状态较术前或者术后早期均有明显改善。

本研究纳入病例相对较少,且各组病例纳入数量不均、观察时间较短、术前各组视功能状态不均一,可能会对结果造成一定的影响,下一步的研究中将加大样本量,优化分组,增设对照组,并延长观察时间、增加复查频率,探讨术后更长时间 SMILE 术前屈光状态和调节状态对患者调节灵敏度的影响。本研究只针对调节灵敏度进行了分析,指标相对单一,在后续研究中将完善视功能的各项检查,增加视觉质量调查问卷,更加全面和客观的分析 SMILE 术前屈光状态对调节功能的影响以及术后出现眼部不适的原因。

综上所述,SMILE 术后患者单眼的调节灵敏度在术后 1 wk 均出现一过性下降后在术后 1 mo 提升至超过术前,双眼调节灵敏度在术后较术前逐渐提升。因此,长远来看 SMILE 手术不仅使患者在术后获得了清晰的视力还可能带来更加舒适、持久的视觉质量,SMILE 手术前后完善单眼和双眼的调节灵敏度检查有临床意义。中低度近视 SMILE 术后单眼调节灵敏度在术后 1 wk 一过性下降后在术后 1 mo 上升至超过术前,双眼调节灵敏度术后较术前逐渐提升,高度近视 SMILE 手术前后调节灵敏度变化无统计学意义。因此 SMILE 手术对中低度近视的单眼和双眼调节灵敏度均产生积极影响,对高度近视的调节灵敏度无明显影响。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**张梅洛论文选题与修改,初稿撰写;杜争情、李满梅协助选题,数据分析;王雪、张葳文献检索,数据筛选;贾烈曦、曾卓手术操作,选题指导;田春雨、杨青华、张鸿瑶选题指导,论文修改。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

- [1] 魏新龙,吕洋,郑鑫,等. SMILE 术后视觉质量的研究进展. 国际眼科杂志, 2022,22(7):1113-1117.
- [2] 王雁,史伟云,李莹. 我国角膜屈光手术的快速发展和变迁. 中华眼科杂志, 2020,56(2):81-85.
- [3] Godiwalla RY, Magone MT, Kaupp SB, et al. Long-term outcomes of refractive surgery performed during the military. *Mil Med*, 2019,184(11-12):e808-e812.
- [4] 姜黎,沈政伟,江文珊,等. SMILE 矫正近视术后一年临床疗效. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2019,21(1):14-22.
- [5] Ang M, Farook M, Htoon HM, et al. Randomized clinical trial comparing femtosecond LASIK and small-incision lenticule extraction. *Ophthalmology*, 2020,127(6):724-730.
- [6] 熊玲,宋雨桐,杨必. 视疲劳患者双眼视和调节功能分析. 中国实用眼科杂志, 2018,36(6):460-462.
- [7] Shortt AJ, Allan BD, Evans JR. Laser-assisted *in situ* keratomileusis (LASIK) versus photorefractive keratectomy (PRK) for myopia. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013(1):CD005135.
- [8] 李静姣,姜红,房晓敏,等. 调节功能在儿童近视进展中的变化. 临床眼科杂志, 2021,29(2):149-152.
- [9] 黄齐,李明新,朱冉. 近视患者飞秒 LASIK 术后调节功能的变化. 徐州医科大学学报, 2019,39(10):737-740.
- [10] 陈晓琴,王雁,杨悦,等. SMILE 术后调节功能变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2019,21(2):117-121.
- [11] 杜凯旋,吴小影,文丹,等. 近视患者 SMILE 术后双眼视功能变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2019,21(7):521-526.
- [12] Zheng K, Han T, Zhou XT. Accommodative changes after SMILE for moderate to high myopia correction. *BMC Ophthalmol*, 2016,16(1):173-178.
- [13] 《中国激光角膜屈光手术术前验光及单眼视模拟专家共识》专家组,中国民族卫生协会眼学科分会屈光学组,周行涛,等. 中国激光角膜屈光手术术前验光及单眼视模拟专家共识(2023). 中华实验眼科杂志, 2023,41(12):1145-1151.
- [14] 《角膜屈光手术术前视功能和影像检查规范操作指南》专家组,中国医药教育协会眼科影像与智能医疗分会. 角膜屈光手术术前视功能和影像学检查规范操作指南(2023). 眼科新进展, 2023,43(7):505-513.
- [15] 韩宝军,史芳荣,华剑楠. SMILE 治疗近视患者效果及对角膜生物力学的影响. 国际眼科杂志, 2024,24(4):522-527.
- [16] Han T, Xu Y, Han X, et al. Three-year outcomes of small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser-assisted laser *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) for myopia and myopic astigmatism. *Br J Ophthalmol*, 2019,103(4):565-568.
- [17] 杜玉芹,周春阳,周跃华,等. 智能脉冲技术的 TransPRK 与 SMILE 矫正近视的疗效比较. 中华实验眼科杂志, 2020,38(6):489-493.
- [18] 兰长骏,谭青青,廖莹. 重视屈光手术相关的双眼视觉异常问题及其风险筛查. 中华实验眼科杂志, 2020,38(2):81-84.
- [19] 王迪雅,张岩,张伊燕,等. 角膜屈光手术对近视患者双眼视功能的影响. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021,23(9):9.
- [20] 张悦,王雁,张琳. 角膜屈光手术后视疲劳症状的研究进展. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021,23(4):317-320.
- [21] 钱一峰,戴锦晖,褚仁远. 调节与辐辏因素导致视疲劳的诊断和治疗. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2012,14(6):381-384.
- [22] 唐敏,许亚菲,侯杰,等. 中高度近视行 SMILE 或 FS-LASIK 术后双眼视功能比较. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2024,26(6):423-430.