

SMILE 手术中角膜切削厚度精确性的研究

刘 银, 江文珊

引用: 刘银, 江文珊. SMILE 手术中角膜切削厚度精确性的研究. 国际眼科杂志 2020;20(8):1413-1417

作者单位: (430000) 中国湖北省武汉市, 中国人民解放军中部战区总医院眼科

作者简介: 刘银, 毕业于温州医科大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 屈光不正的手术治疗。

通讯作者: 江文珊, 毕业于第三军医大学, 博士, 副主任医师, 研究方向: 屈光不正的手术治疗. wenshanj@126.com

收稿日期: 2019-12-23 修回日期: 2020-07-07

摘要

目的: 评估不同程度近视患者 SMILE 术前预估角膜切削厚度与术后实际角膜切削厚度的差异, 探究 SMILE 术中角膜基质切削厚度的精确性。

方法: 前瞻性研究。收集 2017-01/2019-08 在我院行 SMILE 手术的近视患者 143 例 234 眼, 根据术前等效球镜度分为低 ($-0.50 \sim -3.00D$, 78 眼)、中 ($> -3.00 \sim -6.00D$, 78 眼)、高 ($> -6.00D$, 78 眼) 度近视组, 观察三组患者手术前后视力和等效球镜度, 并分别于术前和术后 1mo 采用 Pentacam 眼前节综合分析系统测量中央角膜厚度, 比较术前预估角膜切削厚度与术后 1mo 实际切削厚度的差异, 探讨 SMILE 术中不同屈光状态角膜基质切削厚度的精确性。

结果: 术后 1mo, 所有患眼裸眼视力均达 0.8 以上, 98.3% 患眼裸眼视力达 1.0 以上。所有患者术后 1mo 角膜平均实际切削厚度低于平均预估切削厚度 ($84.92 \pm 23.15 \mu m$ vs $100.07 \pm 26.83 \mu m$, $P < 0.01$), 平均切削差异值为 $15.15 \pm 10.34 \mu m$ 。低、中、高度近视组患者角膜实际切削厚度均低于各组预估角膜切削厚度 ($P < 0.01$), 切削差异值分别为 8.81 ± 7.78 、 15.59 ± 9.27 、 $21.05 \pm 10.03 \mu m$ 。术前, 本研究纳入患者平均等效球镜度为 $-4.85 \pm 2.15D$, 术前等效球镜度与切削差异值之间具有直线回归关系 ($Y = -2.2495X + 3.9287$, $R^2 = 0.1589$), 等效球镜度数越大, 切削差异值越大 ($t = -6.620$, $P < 0.001$)。

结论: SMILE 手术的角膜基质实际切削厚度低于预估切削厚度, 且近视度数越高, 切削差异越大, 但术后屈光矫正效果理想, 术中角膜切削厚度的差异并不影响屈光矫正手术的精确性。

关键词: 近视; SMILE; 角膜基质; 切削差异; 精确性

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2020.8.25

Precision of corneal ablation thickness in SMILE

Yin Liu, Wen-Shan Jiang

Department of Ophthalmology, General Hospital of Central Theater

Command of the Chinese People's Liberation Army, Wuhan 430000, Hubei Province, China

Correspondence to: Wen - Shan Jiang. Department of Ophthalmology, General Hospital of Central Theater Command of the Chinese People's Liberation Army, Wuhan 430000, Hubei Province, China. wenshanj@126.com

Received: 2019-12-23 Accepted: 2020-07-07

Abstract

• **AIM:** To evaluate the differences between the estimated and measured corneal ablation thickness in myopic eyes with different refractive errors in small incision lenticule extraction (SMILE) and investigate the precision of corneal ablation thickness in SMILE.

• **METHODS:** This prospective study included 234 eyes (143 myopic patients), who had undergone SMILE in our hospital from January 2017 to August 2019. The patients were divided into three groups according to a manifest refraction spherical equivalent (MRSE): low myopia (-0.50 to $-3.00D$, 78 eyes), moderate myopia (> -3.00 to $-6.00D$, 78 eyes), and high myopia ($> -6.00D$, 78 eyes). Observe the uncorrected distance visual acuity (UDVA) and MRSE before and after operation. The central corneal thickness (CCT) was measured by Pentacam preoperatively and postoperatively at 1mo. Compare the discrepancy between estimated corneal ablation thickness and measured corneal ablation thickness of three groups to discuss the precision of corneal ablation thickness in different refractive errors in SMILE.

• **RESULTS:** The UDVA was 0.8 or better in all eyes and 1.0 or better in 98.3% eyes postoperatively. The average measured corneal ablation thickness was significantly lower than average estimated corneal ablation thickness ($84.92 \pm 23.15 \mu m$ vs $100.07 \pm 26.83 \mu m$, $P < 0.01$). The average cutting error was $15.15 \pm 10.34 \mu m$. The measured corneal ablation thickness of low myopia, moderate myopia and high myopia was significantly lower than the estimated corneal ablation thickness, respectively ($P < 0.01$). The cutting error of low myopia, moderate myopia and high myopia was 8.81 ± 7.78 , 15.59 ± 9.27 , $21.05 \pm 10.03 \mu m$ respectively. The average MRSE of all patients was $-4.85 \pm 2.15D$ preoperation, there was a linear regression relation between MRSE and cutting error ($Y = -2.2495X + 3.9287$, $R^2 = 0.1589$). The cutting error increased with MRSE ($t = -6.620$, $P < 0.001$).

• **CONCLUSION:** The measured corneal ablation thickness was lower than estimated corneal ablation thickness, the higher the refractive power was, the larger the cutting error would be in SMILE. Although there was significant discrepancy between measured corneal ablation thickness and estimated corneal ablation thickness, the effect of this

surgery was ideal, the mismatch did not influence the precision of different refractive errors.

• KEYWORDS: myopia; SMILE; corneal stroma; cutting error; precision

Citation: Liu Y, Jiang WS. Precision of corneal ablation thickness in SMILE. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2020;20(8):1413-1417

0 引言

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)是近年来矫正屈光不正的主流术式之一,它是利用飞秒激光在角膜基质层进行两次不同的扫描切削,制作出透镜的前后表面,将其从边缘微小切口取出的一种角膜屈光手术方式^[1]。近年来,SMILE手术在角膜屈光手术中得到越来越多的应用,关于其预测性、安全性及有效性^[2]已有较多报道。术中切削角膜基质透镜的厚度是由预矫的屈光度数决定的,因此切削的精确度直接决定了屈光矫正的精准性。而我们在长期的临床工作中却发现患者术后实际残余角膜厚度高于预估残余角膜厚度,但这种差异对屈光矫正效果却无明显影响。为进一步研究其差异,本研究采用Pentacam眼前节综合分析系统分别测量低、中、高度近视患者行SMILE手术前后的中央角膜厚度,比较不同屈光度患者术后实际残余角膜厚度和预估残余角膜厚度的差异,评估SMILE手术中不同屈光度患者的角膜厚度切削差异及手术的精确性,探讨是否可以适当放宽SMILE手术对于角膜厚度的限制。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性研究。收集2017-01/2019-08在中国人民解放军中部战区总医院行SMILE手术的近视患者143例234眼,其中男57例93眼,女86例141眼,平均年龄 24.59 ± 5.13 岁。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 岁;(2)术前等效球镜为 $0 \sim -12.00D$,且2a内屈光度相对稳定;(3)术前中央角膜厚度 $\geq 490\mu m$,且角膜地形图无明显异常者;(4)软性角膜接触镜停戴2wk以上,硬性角膜接触镜停戴1mo以上,角膜塑形镜停戴3mo以上。排除标准:(1)有全身系统性疾病、感染性疾病;(2)有眼部活动性炎症、圆锥角膜倾向、严重干眼者;(3)合并明显角膜瘢痕、角膜变性、角膜营养不良、角膜炎、视网膜脱离及其他眼底病变等。根据术前等效球镜度数进行分组,其中低度近视组患者53例78眼, $-0.50D \leq$ 等效球镜度 $\leq -3.00D$;中度近视组患者44例78眼, $-3.00D <$ 等效球镜度 $\leq -6.00D$;高度近视组患者46例78眼,等效球镜度 $> -6.00D$ 。三组患者性别构成、年龄、术前中央角膜厚度等基线资料的差异见表1。本研究已通过本院伦理委员会审查及批准。所有患者对手术方式、术前及术后用药、术中及术后注意事项均充分了解,并签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 所有患者术前均进行系统的眼部检查,包括裸眼远视力、眼压、角膜地形图、电脑验光、主觉验光、散瞳验光、泪膜破裂时间、眼底、角膜测厚(Pentacam眼前节综合分析系统测量)等,排除手术禁忌证。

1.2.2 手术方法 所有患者均由同一位术者采用VisuMax飞秒屈光手术系统进行SMILE手术。角膜帽(cap)厚度 $110 \sim 130\mu m$,角膜帽直径 $7.2 \sim 7.5mm$,微透镜直径 $6.0 \sim$

$6.5\mu m$,侧切口 $2mm$ 。飞秒激光扫描结束后,采用特殊钝性的微透镜分离器分别分离微透镜上下表面,然后采用显微镊取出微透镜。患者术后常规用氟米龙滴眼液和左氧氟沙星滴眼液点眼。低中度近视患者术后氟米龙滴眼液6次/d,术后3d后减量至4次/d,术后7d后减量至3次/d,以后每周减量1次,用药4wk;左氧氟沙星滴眼液4次/d,术后2wk停药。高度近视患者氟米龙滴眼液6次/d,术后3d后减量至4次/d,术后2wk后减量至3次/d,术后4wk后减量至2次/d,术后6wk后减量至1次/d,用药2mo;左氧氟沙星滴眼液4次/d,术后2wk停药。

1.2.3 术后随访观察 嘱患者术后定期随访,术后1d,1wk,1,3,6mo,1a随访时进行裸眼视力、最佳矫正视力、眼压、电脑验光、主觉验光、角膜地形图等检查。所有患者均在术后1mo利用Pentacam眼前节综合分析系统测量中央角膜厚度,中央角膜厚度采用最薄点角膜厚度值,计算角膜切削差异值和切削偏差率。切削差异值为预估切削厚度与实际切削厚度的差值,其中预估切削厚度为系统软件计算的理论切削值,实际切削厚度为术前中央角膜厚度与术后1mo中央角膜厚度的差值。切削差异率为切削差异值与预估切削厚度的比值。

统计学分析:采用SPSS 16.0统计学软件进行统计分析。本研究中各监测指标的数据资料经Kolmogorov-Smirnov检验均服从正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表达,三组间比较采用重复测量数据的方差分析和单因素方差分析,组间及组内比较均采用LSD-t检验。计数资料采用率表示,组间比较采用卡方检验。术前等效球镜度与角膜切削差异值的关系评估采用一元线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者手术及术后视力情况 所有患者均顺利完成手术,术中及术后均无并发症发生。术后1mo,100.0%(234/234)患者裸眼视力达0.8以上,98.3%(230/234)患者视力达1.0以上;低、中、高度近视组患者裸眼视力达1.0以上者分别占98.7%(77/78)、100.0%(78/78)、96.2%(75/78),裸眼视力达1.2及以上者分别占79.5%(62/78)、71.8%(56/78)、64.1%(50/78),裸眼视力达1.5及以上者分别占10.2%(8/78)、6.4%(5/78)、6.4%(5/78),见图1。所有患者术后1mo裸眼视力均达到术前最佳矫正视力。

2.2 三组患者手术前后等效球镜度情况 三组患者手术前后等效球镜度比较,具有组间差异性和时间差异性,但无组间和时间交互效应($F_{组间} = 3.501, P_{组间} = 0.032; F_{时间} = 5.594, P_{时间} = 0.019; F_{交互} = 1.379, P_{交互} = 0.254$)。低、中、高度近视组患者术后1mo等效球镜度均值分别为 $+0.05$ 、 0.00 、 $-0.07D$,术后3mo等效球镜度均值分别为 $+0.05$ 、 $-0.07D$ 、 $-0.18D$,见表2。低、中度近视组患者术后1mo与术后3mo等效球镜度差异均无统计学意义($t_{低度近视组} = 0.167, P_{低度近视组} = 0.868; t_{中度近视组} = 1.549, P_{中度近视组} = 0.125$);而高度近视组患者术后1mo与术后3mo等效球镜度差异有统计学意义($t = 2.289, P = 0.025$)。术后1mo,三组患者等效球镜度差异无统计学意义($P > 0.05$);术后

表 1 三组患者术前基线资料的比较

组别	例数/眼数	男/女(例)	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	术前中央角膜厚度($\bar{x}\pm s$, μm)
低度近视组	53/78	30/23	24.3 \pm 5.4	542.91 \pm 25.76
中度近视组	44/78	16/28	24.1 \pm 4.3	535.88 \pm 25.13
高度近视组	46/78	11/35	25.3 \pm 5.6	548.18 \pm 23.11
F/χ^2		35.464	1.269	502.597
P		<0.001	0.283	<0.001

注:低度近视组:-0.50D \leq 等效球镜度 \leq -3.00D;中度近视组:-3.00D<等效球镜度 \leq -6.00D;高度近视组:等效球镜度 $>$ -6.00D。

表 2 三组患者手术前后等效球镜度情况

组别	眼数	术前	术后 1mo	术后 3mo
低度近视组	78	-2.34 \pm 0.49	0.05 \pm 0.55	0.05 \pm 0.52
中度近视组	78	-4.75 \pm 0.80	0.00 \pm 0.36	-0.07 \pm 0.40
高度近视组	78	-7.31 \pm 0.82	-0.07 \pm 0.49	-0.18 \pm 0.43
t_1/P_1		-	0.727/0.469	1.531/0.128
t_2/P_2		-	1.435/0.153	3.042/0.003
t_3/P_3		-	0.947/0.345	-1.760/0.080

注:低度近视组:-0.50D \leq 等效球镜度 \leq -3.00D;中度近视组:-3.00D<等效球镜度 \leq -6.00D;高度近视组:等效球镜度 $>$ -6.00D。

t_1/P_1 :中度近视组 vs 低度近视组; t_2/P_2 :高度近视组 vs 低度近视组; t_3/P_3 :高度近视组 vs 中度近视组。

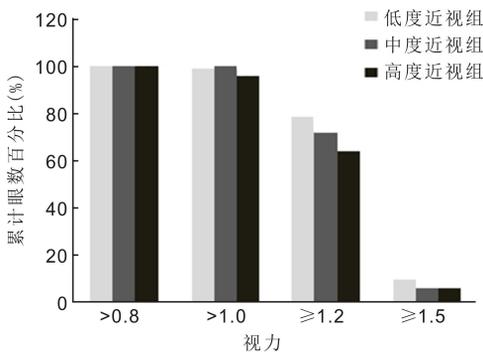


图 1 三组患者术后 1mo 裸眼视力累计眼数百分比。

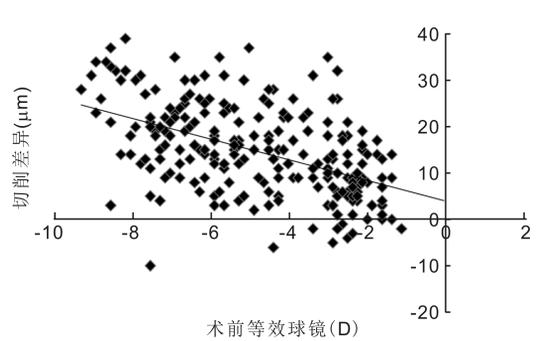


图 2 SMILE 术前等效球镜度与切削差异散点图。

3mo,低、中度近视组和中、高度近视组患者等效球镜度差异均无统计学意义($P>0.05$),但低、高度近视组患者等效球镜度差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2,与低度近视组相比,高度近视组患者屈光状态更向近视方向偏移。

2.3 三组患者角膜切削差异 术后 1mo,所有患者平均角膜实际切削厚度为 84.92 \pm 23.15 μm ,低于平均预估切削厚度(100.07 \pm 26.83 μm),差异有统计学意义($t=22.414$, $P<0.01$),切削差异值为 15.15 \pm 10.34 μm 。低、中、高度近视组患者角膜实际切削厚度均低于各组角膜预估切削厚度,差异有统计学意义($t=9.99$ 、14.85、11.28,均 $P<0.001$)。三组患者切削差异值比较,差异有统计学意义($F=35.605$, $P<0.001$),高度近视组 $>$ 中度近视组 $>$ 低度近视组,中度近视组分别与低、高度近视组比较,差异均有统计学意义($t=5.13$ 、-3.17,均 $P<0.05$),见表 3。低、中、高度近视组患者切削差异率均值分别为 0.126、0.157、0.161。线性回归分析结果表明,术前所有患者等效球镜度(平均-4.85 \pm 2.15D)与切削差异值之间具有直线回归关系($Y=-2.2495X+3.9287$, $R^2=0.1589$),等效球镜度数越大,切削差异值越大($t=-6.620$, $P<0.001$,图 2)。

3 讨论

SMILE 手术治疗屈光不正的有效性、安全性以及可预

表 3 三组患者角膜切削差异

组别	眼数	预估切削厚度	实际切削厚度	切削差异值
低度近视组	78	70.18 \pm 5.18	61.37 \pm 8.43	8.81 \pm 7.78
中度近视组	78	99.00 \pm 11.65	83.41 \pm 14.03	15.59 \pm 9.27
高度近视组	78	131.03 \pm 11.76	109.97 \pm 12.42	21.05 \pm 10.03

注:低度近视组:-0.50D \leq 等效球镜度 \leq -3.00D;中度近视组:-3.00D<等效球镜度 \leq -6.00D;高度近视组:等效球镜度 $>$ -6.00D。

测性已经得到了证实^[3-4],因其周切口小,角膜神经破坏较准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)等术式减少,术后愈合时间短,患者术后的不适感及干眼症也相对减轻^[5]。而且 SMILE 手术是一种“无瓣”的角膜屈光手术,该术式有效地避免了角膜瓣相关并发症,如角膜瓣破损、不完全角膜瓣、游离角膜瓣、角膜瓣皱褶、角膜瓣丢失等^[6]。因此越来越多的患者已经将该术式作为矫正近视的首选术式。但是由于切削差异的存在,SMILE 手术对角膜基质的切削厚度高于准分子激光手术,故而影响了其在部分中高度近视患者中的应用。

在临床工作中,我们发现 SMILE 手术患者术后实际残余角膜厚度高于预估残余角膜厚度。本研究通过比较 143 例 234 眼 SMILE 手术患者术后 1mo 实际角膜切削厚

度与术前预估角膜切削厚度的差异,发现角膜基质实际切削厚度比预估值低 $15.15 \pm 10.34 \mu\text{m}$ 。本研究结果与 Luft 等^[7]、Reinstein 等^[8]及 Wang 等^[9]研究结果相符。Reinstein 等^[8]采用 Artemis 高频数字超声观察了行 SMILE 手术的 37 例 70 眼屈光不正患者(屈光度 $-2.25 \sim -12.50\text{D}$)术后 3mo 的切削差异,发现角膜基质实际切削厚度比预估值低 $8 \mu\text{m}$ 。Luft 等^[7]采用 OCT 观察 42 眼患者术后 1a 的角膜基质减少量比术前预估的微透镜厚度低 $18.7 \mu\text{m}$ 。Wang 等^[9]在中高度近视患者中行 SMILE 手术后发现角膜实际切削量比预估切削量低 $13.63 \mu\text{m}$ 。Reinstein 等^[8]认为这种切削差异可能与基质层生物力学的改变而引起基质层的扩张相关,而 Luft 等^[7]认为激光切削面的角膜细胞介导的创伤愈合反应可能是术后基质层增厚的原因之一。Liu 等^[10]通过共焦显微镜结合 3D-OCT 在体观察到 SMILE 术后早期存在较低水平的创伤愈合反应。

采用 SD-OCT 测量中央角膜厚度,需要检查医师用系统自带的标尺通过手动测量来监测角膜顶点到角膜后表面的垂直距离,该方法无法保证手术前后 3D-OCT 扫描的是同一层面,且检查者的熟练程度以及其主观性都有可能对结果的重复性造成一定影响^[11]。既往研究认为 A 超是角膜厚度测量的“金标准”,但如果检查者操作熟练程度不同,角膜可能受到不同程度的压迫而影响测量值,且每次测量无法准确定位于同一点,而不同位置的角膜厚度本来就存在差异,故无法保证测量的准确性。本研究采用 Pentacam 眼前节综合分析系统观察 SMILE 手术前后中央角膜厚度的变化,该检查方式有明确的注视目标,为非接触性检查,具有无创、安全、检查耗时短的优点,可测量角膜任意一点的厚度,精确地定位角膜顶点及最薄点,在测量中央角膜厚度上具有更大的精确性及可重复性。本研究中,SMILE 手术前后 Pentacam 测量均由本中心经培训合格的操作者完成,且每一次 Pentacam 测量的 QS 值均达到 OK 视为测量合格。因此其测量结果用于探讨 SMILE 手术的切削差异具有更多的优势。

本研究发现,术前近视度数越高,切削差异越大,低、中、高度近视组患者切削差异分别为 8.81 ± 7.78 、 15.59 ± 9.27 、 $21.05 \pm 10.03 \mu\text{m}$ 。既往认为对于相同近视度数的患者,SMILE 手术角膜基质的切削量较其他角膜屈光手术更多,故而限制了其在部分中高度近视患者中的应用。而从本研究的结果来看,不同程度近视患者行 SMILE 手术后均存在一定的切削差异,SMILE 手术方式造成的角膜基质切削厚度的差异可能并没有既往所认为的那么大。而且,SMILE 手术的无瓣设计最大限度地保护了角膜生物力学结构的完整性。首先,此术式仅在角膜表面制作一弧长 $2 \sim 4\text{mm}$ 的微小切口,保留了承载角膜生物力学强度最多的区域,避免对浅薄角膜板层基质的骚扰,使其与生物基质床共同发挥原有的抗张强度,抵抗眼压的作用力。其次,SMILE 手术中虽然角膜基质制作的微透镜直径多为 $6 \sim 6.5\text{mm}$,多同准分子切削,但角膜帽的直径与 LASIK 术中角膜瓣的直径相比较小,且不需要增加过渡区的切削,较大程度地保留了周边角膜胶原纤维的完整性,亦减少了手术对角膜生物力学强度的影响^[12]。因此,我们认为对

于中高度近视患者,可以考虑适当放宽手术适应证范围,让更多患者可以选择 SMILE 这种微创、无瓣、安全及有效的手术方式来矫正屈光不正。

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)强调 SMILE 术后角膜中央残留基质床建议至少 $280 \mu\text{m}$ 以上,术前应严格根据患者屈光度、中央角膜厚度、暗环境下瞳孔直径等参数来设计欲取出的微透镜厚度,以保持较小的角膜组织改变百分比($\text{PTA} < 40\%$, $\text{PTA} = (\text{FT} + \text{ADT}) / \text{CCT}$,其中 PTA 表示组织改变百分比;FT 表示角膜瓣厚度;AD 表示切削深度;CCT 表示术前中央角膜厚度),从而维持稳定的角膜生物力学性能,提高远期的安全性和稳定性^[13-14]。但具体不同屈光状态的患者术前角膜厚度可以放宽的程度还需进一步扩大样本量来界定,但适当放宽手术适应证范围的前提是确保手术的安全性、有效性及长期稳定性。

本研究中高度近视患者术后 3mo 时屈光度明显向近视方向偏移,表明随着术后时间的延长,高度近视患者的屈光度存在一定程度的回退。分析可能与高度近视患者术后剩余角膜基质床薄导致的角膜膨隆和扩张以及部分高度近视可能是病理性近视导致眼轴进行性延长有关^[15]。高度近视患者行 SMILE 手术后的屈光回退问题还需更大样本及更长时间的术后随访观察。本研究随访至术后 3mo,部分患者更远期的随访资料不全,所有患者远期的临床效果均有待更大样本量进一步观察。

SMILE 手术的角膜基质实际切削厚度低于预测切削厚度,且近视度数越高,切削差异越大。本研究中 98.3% 患者术后视力达 1.0 以上,表明尽管术前预估角膜切削厚度与术后实际角膜切削厚度之间存在差异,但并不影响手术的精确性。但是否可以考虑适当放宽对术前角膜厚度的要求,还需更大样本以及更长期的临床研究进一步证实。

参考文献

- 1 Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism; results of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol* 2011; 95(3): 335-339
- 2 Shah R, Shah S, Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction; all-in-one femtosecond laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(1): 127-137
- 3 Kim JR, Kim BK, Mun SJ, et al. One-year outcomes of small-incision lenticule extraction (SMILE): mild to moderate myopia vs. high myopia. *BMC Ophthalmol* 2015; 15(1): 59
- 4 Kim JR, Hwang HB, Mun SJ, et al. Efficacy, predictability, and safety of small incision lenticule extraction; 6-months prospective cohort study. *BMC Ophthalmol* 2014; 14(1): 117
- 5 Shah R, Shah S. Effect of scanning patterns on the results of femtosecond laser lenticule extraction refractive surgery. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37(9): 1636-1647
- 6 Lin RT, Maloney RK. Flap complications associated with lamellar refractive surgery. *Am J Ophthalmol* 1999; 127(2): 129-136
- 7 Luft N, Priglinger SG, Ring MH, et al. Stromal remodeling and lenticule thickness accuracy in small-incision lenticule extraction; one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43(6): 812-818
- 8 Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Lenticule thickness readout for

small incision lenticule extraction compared to artemis three-dimensional very high-frequency digital ultrasound stromal measurements. *J Refract Surg* 2014; 30(5): 304-309

9 Wang D, Li Y, Sun MS, *et al.* Lenticule Thickness Accuracy and Influence in Predictability and Stability for Different Refractive Errors after SMILE in Chinese Myopic Eyes. *Curr Eye Res* 2019; 44(1): 96-101

10 Liu M, Zhang T, Zhou Y, *et al.* Corneal regeneration after femtosecond laser small-incision lenticule extraction: a prospective study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015; 253(7): 1035-1042

11 郑彪, 彭红娟, 黄婷, 等. 频域光学相干断层扫描测量正常人中

角膜膜厚度的可重复性研究. *广东医科大学学报* 2019; 37(4): 437-439

12 王雁. 飞秒激光屈光手术学. 北京: 人民卫生出版社 2014; 81-83

13 李浏洋, 王雁, 李华, 等. 不同光学区 SMILE 术后全眼高阶像差比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2015; 17(11): 649-653

14 Ambrósio R, Dawson DG, Belin MW. Association between the percent tissue altered and post-laser *in situ* keratomileusis ectasia in eyes with normal preoperative topography. *Am J Ophthalmol* 2014; 158(6): 1358-1359

15 闫媛媛. LASIK 术后屈光度数回退原因分析. *国际眼科杂志* 2011; 11(7): 1262-1264

国际眼科杂志中文版 (IES) 近 5 年影响因子趋势图

