

全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术对角膜表面规则指数的影响

张历浊, 李忠政, 金蕊, 张瑜, 李学艳

引用: 张历浊, 李忠政, 金蕊, 等. 全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术对角膜表面规则指数的影响. 国际眼科杂志 2021; 21(5):881-884

作者单位: (066000) 中国河北省秦皇岛市, 秦皇岛视光眼科医院飞秒中心

作者简介: 张历浊, 本科, 副主任医师, 研究方向: 飞秒激光近视矫正手术。

通讯作者: 张历浊. 13930399473@163.com

收稿日期: 2020-08-08 修回日期: 2021-04-06

摘要

目的: 分析全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (SMILE) 对角膜表面规则指数 (SRI) 的影响。

方法: 回顾性病例研究。选取 2017-01/2019-12 秦皇岛视光眼科医院 210 例 401 眼近视患者为研究对象, 依据采取的矫正手术将其分为观察组 110 例 205 眼行 SMILE, 对照组 100 例 196 眼行飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术 (FS-LASIK)。比较两组患者手术前后裸眼视力 (UCVA)、最佳矫正视力 (BCVA)、角膜前表面 6mm 范围的非球面参数 Q 值和 SRI。

结果: 术后 3、6mo 两组患者 UCVA、BCVA 均较术前改善 ($P < 0.05$), 但组间比较无差异 ($P > 0.05$); 观察组术后 3、6mo、1a SRI 高于对照组 ($P < 0.05$); 术后两组患者各时点非球面参数 Q 值均高于术前, 且观察组术后 6mo、1a 非球面参数 Q 值低于对照组 ($P < 0.05$)。

结论: 与 FS-LASIK 相比, SMILE 术后有相似的视力恢复效果, 但 SMILE 术后 SRI 大、对非球面参数 Q 值影响小。

关键词: 全飞秒激光; 近视; 矫正手术; 角膜表面规则指数

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.5.27

Influence of total femtosecond laser small incision lenticule extraction on corneal surface regularity index

Li - Zhuo Zhang, Zhong - Zheng Li, Rui Jin, Yu Zhang, Xue - Yan Li

Femtosecond Center, Qinhuangdao Optometry and Ophthalmology Hospital, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

Correspondence to: Li - Zhuo Zhang. Femtosecond Center, Qinhuangdao Optometry and Ophthalmology Hospital, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China. 13930399473@163.com

Received: 2020-08-08 Accepted: 2021-04-06

Abstract

• **AIM:** To analyze the influence of total femtosecond laser small incision lenticule extraction (SMILE) on corneal surface regularity index (SRI).

• **METHODS:** Totally 210 (401 eyes) myopic patients treated in Qinhuangdao Optometry Ophthalmology Hospital between January 2017 and December 2019 were enrolled in the study. Among them, patients treated with total femtosecond laser SMILE were included in the observation group ($n = 110$, 205 eyes), while those treated with femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) were included in the control group ($n = 100$, 196 eyes). The uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), anterior corneal surface asphericity index (Q-value) at a diameter of 6mm and SRI were compared between the two groups before and after operation.

• **RESULTS:** The UCVA and BCVA of both groups were improved at 3mo and 6mo after operation ($P < 0.05$), without significant differences between the groups ($P > 0.05$). The observation group had higher SRI than the control group at 3mo, 6mo and 1a ($P < 0.05$). The asphericity parameter Q-values increased at each time point after operation. Besides, the observation group had lower Q-values than the control group at 6mo and 1a ($P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** Compared with FS-LASIK, SMILE can achieve similar visual recovery effect. However, the SRI is larger after SMILE, and the influence on asphericity index Q-value is less.

• **KEYWORDS:** total femtosecond laser; myopia; corrective surgery; corneal surface regularity index

Citation: Zhang LZ, Li ZZ, Jin R, *et al.* Influence of total femtosecond laser small incision lenticule extraction on corneal surface regularity index. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021; 21(5):881-884

0 引言

飞秒激光是一种基于光爆破原理以脉冲形式运转的红外激光, 有较高精确性与安全性, 目前以全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE)、飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术 (femtosecond assisted laser *in situ* keratomileusis, FS-LASIK) 应用较广泛, 已成为治疗近视及近视散光的主流术式^[1-2]。FS-LASIK 有良好安全性、有效性、稳定性及可

预测性^[3],随着飞秒激光发展,SMILE因无瓣、微创、小切口等优势成为最主要近视矫正手术^[4-5]。Wang等^[6]认为与FS-LASIK相比,SMILE术后角膜生物力学特性改变更小,可预测性更好,但术后短期内两组患者角膜生物力学特性几乎无差异,可能与SMILE术后角膜前部胶原薄层重新进行网状排列,使之在生物力学强度方面无显著优势有关。角膜表面规则指数(surface regularity index,SRI)为评价角膜中央一定范围内表面规则性的指标,本文主要分析SMILE、FS-LASIK对近视患者SRI的影响,报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象

回顾性病例研究。选取2017-01/2019-12秦皇岛视光眼科医院近视患者210例401眼。纳入标准^[7]:(1)2a内屈光度数相对稳定;(2)停戴软性角膜接触镜2wk以上、硬性角膜接触镜4wk以上;(3)患者最佳矫正视力(BCVA,LogMAR)≥0.1,且其角膜地形图形态正常,暗室瞳孔直径约6~8mm。排除标准:(1)有圆锥角膜倾向或活动性眼病、全身疾病者;(2)合并潜在的、反复发作或进行性角膜疾病、角膜异常;(3)单眼或双眼角膜形态不规则;(4)患者正在服用一些可能影响伤口愈合的系统性药物,如肾上腺皮质激素、抗代谢药物。所有患者均了解手术方案,自愿签署知情同意书,医院伦理委员会审批通过。

1.2 方法

1.2.1 术前检查

术前均完善常规检查,包括裸眼视力(UCVA)、屈光度数、BCVA、眼位、眼压、周边眼底、角膜厚度,严格按照《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)》^[8]进行手术操作。

1.2.2 手术方法及术后处理

对照组行FS-LASIK:应用Visu Max飞秒激光器完成角膜瓣制作,参数设置:功率200kHz,累积输出能量110nJ,角膜瓣厚度110μm,横向直径8.5~9.0mm,纵向直径8~8.5mm。术前使用4g/L盐酸奥布卡因滴眼液表面麻醉,冲洗结膜囊,消毒,再次表面麻醉后将术眼置于Visu Max飞秒激光手术系统,显微镜下中心对位,负压吸引固定眼球,开启飞秒激光制瓣,蒂位置于上方,后经WaveLight EX400准分子激光系统进行角膜屈光切割,功率为500kHz,靶能量1.59~1.63mJ,在直径6.0~6.5mm光学区进行准分子激光消融治疗,消融后角膜瓣复位。

观察组行SMILE:应用Visu Max型全飞秒激光仪,功率500kHz,累积输出能量0.14~0.15μJ,角膜基质内微透镜直径6.2~6.5mm,于微透镜直径基础上增加0.8mm作为微透镜角膜帽直径,帽厚度设为120μm。于12:00位方向激光切割2mm(32度)长角膜切口,激光切割分离组织时光斑微透镜、微透镜边缘、角膜帽、角膜帽边缘的点间距分别为4.5、2.0、4.5、2.0μm,相应的线间距分别为4.5、2.0、4.5、2.0μm。制作微透镜期间,患者平卧于手术台,患眼被升至飞秒激光的吸引环上,激活吸引环,使患眼固定于正确位置。飞秒激光首先扫描切割透镜下界面,后扫描透镜上界面,即为角膜帽,后进行隧道切割,将角膜帽界面连接至角膜表面,患者转移至手术显微镜下,进行微透镜分离与提取,以薄而钝的抹刀分离出微透镜层次,后以微型镊子将微透镜从角膜取出。切割完成后应用含0.001%地塞米松的BBS冲洗角膜瓣及基质面,后将角膜瓣复位。

两组患者术后均常规滴用2wk左氧氟沙星及人工泪液,3次/d,1滴/次,滴用0.1%氟米龙4次/天,3d后逐步减量,2wk后停用。两组患者所有手术均由同一有经验的医师完成。

1.2.3 观察指标

(1)比较两组患者术前、术后3、6mo UCVA、BCVA;(2)比较两组患者术前、术后3、6mo,1a角膜前表面6mm范围的非球面参数Q值、SRI,Q值采用Pentacam三维眼前节分析系统测量并获取,SRI经计算机辅助的角膜地形图检查获得,每眼测量3次后取平均值进行分析。

统计学分析:采用SPSS21.0软件处理数据,计数资料以率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验,计量资料在完成正态性检验后以 $\bar{x}\pm s$ 表示,行重复测量数据的方差分析,若存在组间差异,采用独立样本t检验进行各时间点的组间差异比较,若存在时间差异,则采用LSD-t检验进行各组的时间差异比较,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

依据其采取的矫正手术分为观察组行SMILE患者110例205眼,对照组行FS-LASIK患者100例196眼,两组患者一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),有可比性,见表1。

2.1 两组患者手术前后 UCVA 和 BCVA 比较

两组患者手术前后 UCVA 比较时间和交互差异有统计学意义,而组间比较差异无统计学意义($F_{组间} = 3.296, P_{组间} = 0.073; F_{时间} = 34.112, P_{时间} < 0.001; F_{交互} = 53.184, P_{交互} < 0.001$),两组患者手术前后 BCVA 时间和交互比较差异有统计学意义,而组间比较差异无统计学意义($F_{组间} = 2.433, P_{组间} = 0.169; F_{时间} = 23.447, P_{时间} < 0.001; F_{交互} = 58.764, P_{交互} < 0.001$)。术后3、6mo两组患者 UCVA、BCVA 均较术前明显改善,差异有统计学意义(UCVA:术后3mo: $t_{观察组} = 35.644, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 28.481, P_{对照组} < 0.001$;术后6mo: $t_{观察组} = 155.235, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 158.667, P_{对照组} < 0.001$;BCVA:术后3mo: $t_{观察组} = 182.236, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 125.394, P_{对照组} < 0.001$;术后6mo: $t_{观察组} = 129.039, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 108.459, P_{对照组} < 0.001$),术后6mo两组患者 UCVA、BCVA 均较术后3mo 比较差异有统计学意义(UCVA: $t_{观察组} = 10.227, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 7.400, P_{对照组} < 0.001$;BCVA: $t_{观察组} = 47.541, P_{观察组} < 0.001, t_{对照组} = 38.605, P_{对照组} < 0.001$),见表2,3。

2.2 两组患者手术前后非球面参数 Q 值比较

两组患者手术前后非球面参数 Q 值比较差异有统计学意义($F_{组间} = 17.158, P_{组间} < 0.001; F_{时间} = 13.225, P_{时间} < 0.001; F_{交互} = 59.632, P_{交互} < 0.001$)。术后3、6mo,1a 两组患者各时间点非球面参数 Q 值均高于术前,差异有统计学意义(观察组: $t = 169.253, P < 0.001; t = 167.577, P < 0.001; t = 160.874, P < 0.001$;对照组: $t = 154.888, P < 0.001; t = 159.444, P < 0.001; t = 152.382, P < 0.001$)。术后两组各时间点非球面参数 Q 值两两比较差异有统计学意义(术后6mo,1a 与术后3mo 比较:观察组: $t = 1.265, P = 0.206; t = 6.328, P < 0.001$;对照组: $t = 3.300, P < 0.001; t = 9.365, P < 0.001$;术后1a 与术后6mo:观察组: $t = 5.062, P < 0.001$;对照组: $t = 6.244, P < 0.001$),且观察组术后6mo,1a 非球面参数

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数 (眼数)	性别(例,%)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	球镜度数 ($\bar{x}\pm s$,D)	柱镜度数 ($\bar{x}\pm s$,D)	等效球镜度数 ($\bar{x}\pm s$,D)	光学区直径 ($\bar{x}\pm s$,mm)	目标 Q 值 ($\bar{x}\pm s$)	实际角膜切削 深度($\bar{x}\pm s$, μm)
		男	女							
观察组	110(205)	60(54.6)	50(55.4)	26.42 \pm 2.78	-5.30 \pm 1.01	-0.83 \pm 0.59	-7.61 \pm 1.82	5.89 \pm 0.62	0.24 \pm 0.13	91.54 \pm 9.23
对照组	100(196)	53(53.0)	47(47.0)	26.59 \pm 2.92	-5.43 \pm 1.10	-0.86 \pm 0.63	-7.57 \pm 1.85	5.92 \pm 0.59	0.26 \pm 0.12	89.89 \pm 8.96
χ^2/t		0.050		0.432	1.233	0.492	0.218	0.496	0.799	1.815
<i>P</i>		0.822		0.666	0.218	0.623	0.827	0.620	0.424	0.070

注:观察组:行 SMILE 患者;对照组:行 FS-LASIK 患者。

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 3mo	术后 6mo
观察组	205	1.14 \pm 0.13	0.16 \pm 0.08 ^a	0.11 \pm 0.06 ^{a,c}
对照组	196	1.12 \pm 0.14	0.17 \pm 0.10 ^a	0.10 \pm 0.04 ^{a,c}

注:观察组:行 SMILE 患者;对照组:行 FS-LASIK 患者。^a*P*<0.05 vs 术前;^c*P*<0.05 vs 术后 3mo。

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 3mo	术后 6mo
观察组	205	0.10 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02 ^a	0.03 \pm 0.06 ^{a,c}
对照组	196	0.11 \pm 0.03	0.03 \pm 0.03 ^a	0.02 \pm 0.07 ^{a,c}

注:观察组:行 SMILE 患者;对照组:行 FS-LASIK 患者。^a*P*<0.05 vs 术前;^c*P*<0.05 vs 术后 3mo。

表 4 两组患者手术前后非球面参数 Q 值比较 $\bar{x}\pm s$

组别	眼数	术前	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a
观察组	205	-0.24 \pm 0.03	0.77 \pm 0.08 ^a	0.76 \pm 0.08 ^{a,c}	0.72 \pm 0.08 ^{a,c,e}
对照组	196	-0.23 \pm 0.02	0.79 \pm 0.09 ^a	0.82 \pm 0.09 ^{a,c}	0.88 \pm 0.10 ^{a,c,e}
<i>t</i>		1.961	1.378	7.063	17.731
<i>p</i>		0.052	0.169	<0.001	<0.001

注:观察组:行 SMILE 患者;对照组:行 FS-LASIK 患者。^a*P*<0.05 vs 术前;^c*P*<0.05 vs 术后 3mo;^e*P*<0.05 vs 术后 6mo。

表 5 两组患者手术前后 SRI 比较 $\bar{x}\pm s$

组别	眼数	术前	术后 3mo	术后 6mo	术后 1a
观察组	205	0.13 \pm 0.04	0.21 \pm 0.03 ^a	0.29 \pm 0.04 ^{a,c}	0.34 \pm 0.05 ^{a,c,e}
对照组	196	0.12 \pm 0.05	0.18 \pm 0.02 ^a	0.23 \pm 0.03 ^{a,c}	0.22 \pm 0.03 ^{a,c,e}
<i>t</i>		1.216	11.728	16.934	28.980
<i>P</i>		0.225	<0.001	<0.001	<0.001

注:观察组:行 SMILE 患者;对照组:行 FS-LASIK 患者。^a*P*<0.05 vs 术前;^c*P*<0.05 vs 术后 3mo;^e*P*<0.05 vs 术后 6mo。

Q 值低于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05),两组术前、术后 3mo 非球面参数 Q 值比较差异无统计学意义(*P*>0.05),见表 4。

2.3 两组患者手术前后 SRI 比较 两组患者手术前后 SRI 比较差异有统计学意义($F_{\text{组间}} = 14.567, P_{\text{组间}} < 0.001; F_{\text{时间}} = 20.775, P_{\text{时间}} < 0.001; F_{\text{交互}} = 85.169, P_{\text{交互}} < 0.001$), 术后 3、6mo, 1a 各时间点两组患者 SRI 均高于术前, 差异有统计学意义(观察组: $t = 22.909, P < 0.001; t = 40.497, P < 0.001; t = 46.957, P < 0.001$; 对照组: $t = 15.598, P < 0.001; t = 26.411, P < 0.001; t = 24.010, P < 0.001$); 术后 6mo 和术后 1a 与术后 3mo 比较差异有统计学意义(观察组: $t = 22.909, P < 0.001; t = 31.921, P < 0.001$; 对照组: $t = 19.414, P < 0.001$;

$t = 15.532, P < 0.001$); 术后 1a 与术后 6mo 比较差异有统计学意义(观察组: $t = 11.180, P < 0.001$; 对照组: $t = 3.300, P < 0.001$); 且观察组术后 3、6mo, 1a SRI 高于对照组, 差异有统计学意义(*P*<0.05), 见表 5。

3 讨论

相较于 FS-LASIK, SMILE 无需制作角膜瓣利用飞秒激光即可进行角膜瓣基质透镜的制作及利用小切口完成其透镜的取出, 具有脉冲持续时间极短、瞬间功率高、热效应区域小等特点, 对周围角膜神经的影响也较小^[9-10]。也有研究发现, FS-LASIK 的主观视觉指标、客观散射指数均优于 SMILE 术^[11]。也有学者认为 SMILE 与 FS-LASIK 术治疗高度近视均安全有效, 有很好的可预测性及稳定性, 但 SMILE 术后泪膜稳定性优于 FS-LASIK 术, 两种术式在角膜生物力学稳定性方面无明显差异^[12-13]。廉井财等^[14]指出 SMILE 手术中也可出现各种各样的意外情况, 但绝大多数情况下, 对患者手术后视力及视觉质量无明显影响, 若因某种情况不能继续手术, 则改期再行 SMILE 手术, 或改为 LASIK 等其他手术方式, 确保手术安全。因而目前关于 SMILE 与 FS-LASIK 两种术式对近视患者的疗效尚存争议, 其疗效值得进一步分析^[15]。

本研究显示术后 3、6mo 两组患者 UCVA、BCVA 均较术前提高, 但两组间比较差异无统计学意义, 这与庞媛^[16]报道的结果有相近之处, 表明两种手术均可使近视患者视力得到有效改善。关于两种术式术后视力恢复效果目前有一定争议, 郭丰芳等^[17]指出, SMILE 术后视力较慢, 可能是由于其术中制作透镜时周边产生的气泡汇聚到了光学区中央, 压力升高干扰透镜前表面的制作, 使透镜表面不规则。但本研究结果与之不一致, 可能与样本量、随访时间长短有关, 本研究随访 3、6mo, 较郭丰芳等^[17]的研究时间(术后 1、3mo)长, 随时间推移, 透镜制作产生的气泡对视力的影响可能逐渐减少或消失。

研究表明, 角膜屈光手术可导致角膜非球面性改变, Q 值由负变正, 考虑与角膜屈光手术原理有关^[18]。本研究发现术后两组各时点非球面参数 Q 值均高于术前, 差异有统计学意义, 且 SMILE 与 LASIK 均可使角膜前表面的 Q 值由负变正, 可能是因为无论是 SMILE 术还是 FS-LASIK 术均为在 6~7mm 范围内中央光学区切削一定量角膜基质达到矫正近视的目的, 切削掉的角膜基质中央厚周边薄, 势必引起角膜中央扁平^[19]。本研究观察组术后 6mo, 1a 非球面参数 Q 值均较对照组低, 这与周跃明等^[20]的研究结果相近, 可能是因为 SMILE 术中飞秒激光对激光进行两个层面的扫描, 后取出透镜即可, 所取出的角膜组织过渡更平缓, 角膜所受的激光热辐射较 LASIK 更少, 此外全飞秒激光引起的愈合反应与准分子激光因子的愈

合反应并不完全相同,对角膜的非球面性也有一定影响^[21]。也有学者指出与FS-LASIK相比,SMILE在理念与术式上规避了开放式的角膜瓣,保留在角膜生物力学中承担大部分力学强度的周边浅层基质,因而该术式具有良好远期安全性与稳定性,同时其特征性的角膜瓣与小切口使得角膜上皮神经丛得以保留,具有神经损伤小、眼表恢复快、舒适度较好等特点^[22-24]。

角膜规则程度主要采用SRI来表示,SRI代表着角膜中央区屈光力的变化,主要受角膜散光影响,角膜屈光手术为经切削角膜组织改变角膜表面的屈光度来达到矫正屈光不正的目的,但在手术中因各种因素影响导致角膜表面形态变化的不规则改变,使患者在术后角膜表面不规则程度明显增加^[25]。本研究中观察组术后3、6mo,1a SRI高于对照组,这与往期报道^[26]相似,表明SMILE术可能对近视患者术后角膜规则性的影响更大,原因在于传统的准分子激光角膜屈光手术矫正近视及散光时,激光束垂直到达角膜表面,因而周边角膜组织的激光能量相对较低,导致角膜表面形成中间平坦的扁圆形,与正常角膜形态相反,Q值明显变正,SMILE从角膜中分离并取出一中间厚周边薄的微透镜,中央基质较周边基质切削多,导致角膜趋于扁平,角膜的愈合反应及生物力学的重塑也会使角膜的非球面性产生影响,导致角膜趋于扁平。此外对于高度近视患者,角膜前部最平坦的曲率(AC)和最大的凹陷变形(HCD)越高,这可能增加患者角膜前表面不规则性^[27];也有学者^[28]指出SMILE术后脂质层厚度(LLT)、不完全眨眼率的变化降低了泪膜稳定性,这会导致表面不规则性,但多个关于SMILE与FS-LASIK术后1a的对比研究^[29-30]发现,与FS-LASIK相比,SMILE术后残余近视度数更高,SMILE术后1mo内近视回退较明显,但术后5a内即可达到屈光稳定状态,因此建议对SMILE术后定期了解SRI变化。

综上所述,与FS-LASIK相比,SMILE术对非球面参数Q值影响小,但SMILE术后SRI较大,两种手术后1a视力恢复效果相当,仍需予以长期随访观察。

参考文献

- 1 张晶,翟长斌,郑燕,等.全飞秒激光角膜基质透镜植入术矫治中高度远视的一年随访研究.中华实验眼科杂志 2018;36(5):355-359
- 2 Siedlecki J, Schmelter V, Mayer WJ, et al. SMILE versus implantable collamer lens implantation for high myopia: a matched comparative study. *J Refract Surg* 2020;36(3):150-159
- 3 Fu D, Zeng L, Zhao J, et al. Safety and satisfaction of myopic small-incision lenticule extraction combined with monovision. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):131
- 4 Siedlecki J, Siedlecki M, Luft N, et al. Surface ablation versus CIRCLE for myopic enhancement after SMILE: a matched comparative study. *J Refract Surg* 2019;35(5):294-300
- 5 曹开伟. SMILE与FS-LASIK术中术后角膜生物力学变化的研究.陆军军医大学 2019
- 6 Wang B, Zhang Z, Naidu RK, et al. Comparison of the change in posterior corneal elevation and corneal biomechanical parameters after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK for high myopia correction. *Cont Lens Anterior Eye* 2016;39(3):191-196
- 7 中华医学会眼科学分会角膜病学组.激光角膜屈光手术临床诊疗专家共识(2015年).中华眼科杂志 2015;51(4):249-254
- 8 中华医学会眼科学分会眼视光学组.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;54(10):729-736

- 9 Arba - Mosquera S, Kang DYS, Luger MHA, et al. Influence of extrinsic and intrinsic parameters on myopic correction in small incision lenticule extraction. *J Refract Surg* 2019;35(11):712-720
- 10 Ivarsen A, Gyldenkerne A, Hjortdal J. Correction of astigmatism with small-incision lenticule extraction: Impact of against-the-rule and with-the-rule astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(9):1066-1072
- 11 Kanellopoulos AJ. Topography-guided LASIK versus small incision lenticule extraction (SMILE) for myopia and myopic astigmatism: a randomized, prospective, contralateral eye study. *J Refract Surg* 2017;33(5):306-312
- 12 景聪荣. SMILE和FS-LASIK术治疗高度近视的疗效及对角膜和泪膜稳定性的影响.国际眼科杂志 2018;18(10):1866-1869
- 13 袁倩,刘蕾,张亚丽,等. SMILE和FS-LASIK对角膜光密度的影响.中华眼视光学与视觉科学杂志 2018;20(12):719-724
- 14 廉井财,李海燕,袁幽,等.全飞秒SMILE手术中意外情况和处理原则.中国激光医学杂志 2018;27(2):125-126
- 15 Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, et al. Outcomes of Re-treatment by lasik after smile. *J Refract Surg* 2018;34(9):578-588
- 16 庞媛.比较SMILE、FS-LASIK矫正近视术后像差的变化.温州医科大学 2019
- 17 郭丰芳,方学军. FS-LASIK与SMILE术后干眼参数与角膜知觉的比较.中华眼视光学与视觉科学杂志 2019;21(12):930-936
- 18 郑燕,周跃华,张晶,等.全飞秒激光角膜基质透镜切除术与飞秒激光制瓣的LASIK术后角膜地形图比较.中华眼视光学与视觉科学杂志 2014;16(7):408-411
- 19 唐恣,马代金.角膜地形图引导的FS-LASIK与常规FS-LASIK术后视觉质量比较.中华眼视光学与视觉科学杂志 2020;22(6):427-433
- 20 周跃明,陈军,林文,等. FS-LASIK和SMILE矫正高度近视术后角膜后表面高度的变化.国际眼科杂志 2016;16(10):1978-1980
- 21 王力翔,李莹. SMILE、FS-LASIK及T-PRK术后角膜神经纤维的恢复情况及其与主观视觉质量的相关性研究.中华眼科杂志 2018(10):737-743
- 22 Liu ML, Chen YL, Wang DY, et al. Clinical outcomes after SMILE and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia and myopic astigmatism: a prospective randomized comparative study. *Cornea* 2016;35(2):210-216
- 23 郑燕,周跃华,张晶,等. FS-LASIK、WF-LASIK与SMILE术后视觉质量比较的研究.中华眼科杂志 2020(2):118-125
- 24 张炜.高度近视行SMILE与FS-LASIK术后角膜高阶像差的早期临床观察.广西医科大学 2019
- 25 刘荃,曹开伟,余婷,等.角膜地形图引导的准分子激光手术与全飞秒激光微透镜取出术矫正不对称角膜散光的疗效观察.中华眼视光学与视觉科学杂志 2019;21(10):759-768
- 26 张文文,蔡剑茹,程新梁,等. SMILE术后角膜前表面形态的变化.中国激光医学杂志 2016;25(5):306-307
- 27 Wang M, Zhang Y, Wu W, et al. Predicting refractive outcome of small incision lenticule extraction for myopia using corneal properties. *Transl Vis Sci Technol* 2018;7(5):11
- 28 Li Y, Li S, Zhou J, et al. Relationship between lipid layer thickness, incomplete blinking rate and tear film instability in patients with different myopia degrees after small-incision lenticule extraction. *PLoS One* 2020;15(3):e0230119
- 29 Yu CQ, Manche EE. Comparison of 2 femtosecond lasers for flap creation in myopic laser *in situ* keratomileusis: one-year results. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(4):740-748
- 30 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