

SMILE术中不透明气泡层对术后患者视觉质量的影响

郭云林¹, 高晓唯², 胡裕坤², 蔡岩², 李俊³, 易湘龙¹, 李文静², 董晶²

基金项目:国家自然科学基金(No. 81260150, 81560161); 云南省应用基础研究(昆医联合项目)(No. 2013FB184); 云南省教育厅基金(No. 2013Y284)

作者单位:¹(830054)中国新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 新疆医科大学第一附属医院眼科;²(830013)中国新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 解放军第474医院全军眼科中心;³(650031)中国云南省昆明市, 昆明医科大学第四附属医院眼科

作者简介:郭云林, 本科, 主治医师, 研究方向:屈光不正。

通讯作者:易湘龙, 博士, 主任医师, 副教授, 研究方向:屈光不正、眼底病。xly1010@sina.com

收稿日期:2016-09-21 修回日期:2016-12-06

Effect of opaque bubble layer on the visual quality of patients after small incision lenticule extraction

Yun-Lin Guo¹, Xiao-Wei Gao², Yu-Kun Hu², Yan Cai², Jun Li³, Xiang-Long Yi¹, Wen-Jing Li², Jing Dong²

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No. 81260150, 81560161); Yunnan Applied Basic Research (No. 2013FB184); Department of Education Fund of Yunnan (No. 2013Y284)

¹Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; ²Ophthalmic Center of Chinese PLA, No. 474 Hospital of Chinese PLA, Urumqi 830013, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; ³Department of Ophthalmology, the 4th Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650031, Yunnan Province, China

Correspondence to: Xiang-Long Yi. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. xly1010@sina.com

Received:2016-09-21 Accepted:2016-12-06

Abstract

• AIM: To study the femtosecond small incision lenticule extraction (SMILE) intraoperative appear opaque bubble layer (OBL) group and the control group visual quality whether there are differences.

• METHODS: A prospective cohort study were enrolled from Jun. to Sep. 2015 in 116 cases of refractive surgery center of PLA included 116 eye hospital for SMILE patients. Intraoperative OBL were divided into OBL group (51 eyes) and control group (65 eyes). The best corrected visual acuity on the follow-up of OBL group and control group before and after operation on 1, 3 and

6mo after the operation best corrected visual acuity (BCVA), modulation transfer function cut off frequency (MTF_{cutoff}), Strehl ratio (SR), objective scattering index (OSI) and total higher-order aberrations (RMSH), vertical coma (C7), horizontal coma (C8) and spherical aberration (C12) differences in visual quality index.

• RESULTS: Fixed in the preoperative and postoperative each time point to compare the differences of BCVA between OBL group and control group were not statistically significant ($P > 0.05$), OBL group and control group of BCVA in each time point comparison between 3mo and 6mo respectively compared with the preoperative difference was statistically significant ($P < 0.05$), the two groups BCVA after 3mo and 6mo were significantly better than preoperative. OBL group and control group in SR, MTF_{cutoff}, OSI, C7, C12, RMSH were statistically significant different at each time point 6 index ($P < 0.05$), and C8 had no statistical difference at each time ($P > 0.05$). There was statistical significance of RMSH index in 1mo after operation in OBL group and control group ($P < 0.05$).

• CONCLUSION: There is no significant effect on the quality of recovery after surgery, and the effect of OBL on the visual quality of patients during the SMILE operation is small.

• KEYWORDS: femtosecond small incision lenticule extraction; opaque bubble layer; prospective cohort study; best corrected visual acuity; visual quality

Citation: Guo YL, Gao XW, Hu YK, et al. Effect of opaque bubble layer on the visual quality of patients after small incision lenticule extraction. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2017;17(1): 38-42

摘要

目的:研究不透明气泡层(opaque bubble layer, OBL)对飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(femtosecond small incision lenticule extraction, SMILE)患者视觉质量的影响。方法:采用前瞻性队列研究方法,依次纳入2015-06/09在解放军四七四眼科医院屈光手术中心行SMILE患者116例116眼,按照术中是否产生OBL分为OBL组(51眼)和对照组(65眼)。随访OBL组与对照组的研究对象在术前、术后1、3、6mo患者最佳矫正视力(BCVA)、调制传递函数截止空间频率(modulation transfer function cut off frequency, MTF_{cutoff})、斯特列尔比(strehl ratio, SR)、眼内容观散射指数(objective scattering index, OSI)、全眼高阶像差(RMSH)、垂直彗差(C7)、水平彗差(C8)和球差(C12)等视觉质量指标的差异。

结果:在术前及术后各个时间点上比较 OBL 组与对照组间 BCVA 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), OBL 组和对照组的 BCVA 组内各个时间点间比较发现术后 3、6mo 分别与术前相比差异有统计学意义 ($P<0.05$), 两组的 BCVA 在术后 3、6mo 均显著优于术前; OBL 组和对照组内的 SR, MTF_{cut off}, OSI, C7, C12, RMSH 6 个指标在各个时间点间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$), 而 C8 指标在各个时间点间差异无统计学意义 ($P>0.05$); RMSH 指标在术后 1mo 时在 OBL 组与对照组间差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

结论:SMILE 手术过程中 OBL 的产生对术后患者视觉质量的恢复在术后 6mo 时无明显影响, 因此 SMILE 手术过程中 OBL 的产生对患者视觉质量的影响较小。

关键词:飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术; 不透明气泡层; 前瞻性队列研究; 最佳矫正视力; 视觉质量

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.1.09

引用:郭云林, 高晓唯, 胡裕坤, 等. SMILE 术中不透明气泡层对术后患者视觉质量的影响. 国际眼科杂志 2017;17(1):38-42

0 引言

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (femtosecond small incision lenticule extraction, SMILE) 作为一种新的手术方式, 目前的临床研究显示其具有良好的手术效果^[1-2]。SMILE 使角膜屈光手术进入了“微创”、“无瓣化”时代^[3], 兼顾表层手术和切瓣手术的优势, 术后无角膜移位风险, 视力恢复快、无痛。然而 SMILE 手术开展时间较短, 其临床长期效果及手术并发症尚需不断认识及有效避免^[3]。飞秒激光扫描过程中经常出现角膜基质不透明气泡层 (opaque bubble layer, OBL), 其是否会影响术后视觉质量目前国内外尚未见报道, 本研究旨在分析比较 OBL 是否影响 SMILE 患者术后视觉质量。

1 对象和方法

1.1 对象 采用前瞻性队列研究方法, 依次纳入 2015-06/09 在解放军四七四眼科医院屈光手术中心进行屈光手术的患者 116 例 116 眼。以右眼为研究对象, 接受 SMILE 手术术中出现 OBL 者纳入 OBL 组, 未出现 OBL 者纳入对照组。本研究最初共有 120 例患者参与, 在随访过程中有 4 例失访, 失访率为 3.3%, OBL 组 3 例 (失访率 5%), 对照组 1 例 (失访率 1.7%), 两者差异无统计学意义 ($P=0.769$), 失访原因为没有时间或不愿意继续参与随访调查。最终纳入研究的为 OBL 组 51 例和对照组 65 例。两组样本数据均符合正态分布和方差齐性, 采用独立样本 *t* 检验比较组间差异, 两组间各基线特征匹配性较好, 年龄、球镜、柱镜、K1、K2、角膜厚度、眼压的基线在 2 组间的差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有较好的可比性, 见表 1。入选标准: (1) 满足 SMILE 手术适应证, 自愿选择 SMILE 手术方式; (2) 术前所有患者均签署手术知情同意书; (3) 参数设定微透镜直径 6.5mm, 角膜帽直径 7.3mm, 帽厚 120 μ m, 边切 2mm; (4) OBL 占角膜帽面积 20% (约占角膜帽 1/4 象限) 以上, OBL 主要出现在激光扫描角膜帽; (5) 透镜边缘均伴有毛边; (6) 最佳矫正视力在 4.9 或以上。排除标准: (1) 透镜后表面或前表面出现散在 OBL; (2) 透镜边缘无毛边; (3) 术中出现其他并发症; (4) 术后不能在我院随访的患者。手术均由同一

手术医师完成。本研究所有方法均遵循《赫尔辛基宣言》及医学伦理学原则, 经解放军第四七四医院医学伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 常规眼科检查 所有收集病例在术前均进行病史采集, 对患者进行术前常规验光和睫状肌麻痹验光检查, 裸眼视力和最佳矫正视力 (BCVA), 角膜直径的测量, 眼内压的测量, 裂隙灯检查, B 超检查、眼底检查等。角膜地形图采用 Pentacam 眼前节分析仪进行测量。

1.2.2 OQAS™ II 客观视觉质量分析系统 整个测量过程在暗室内进行^[4]。对比术前及术后两组的调制传递函数截止空间频率 (modulation transfer function cut off frequency, MTF_{cut off})、斯特列尔比 (strehl ratio, SR) 和眼内客观散射指数 (objective scattering index, OSI), 比较两组手术前后不同时间点的视觉质量。

1.2.3 波前像差测量 使用波前像差测量仪测量。首先让患者在暗环境下休息 10min, 等患者瞳孔自然放大的状态时开始测量^[5]。比较两组术前及术后不同时间点 RMSH (全眼高阶像差) 及 C7 (垂直彗差)、C8 (水平彗差) 和 C12 (球差)。

1.2.4 手术方法 SMILE 手术应用 VisuMax 飞秒激光系统制作角膜瓣和基质透镜。所有患者均由同一名医师独立完成手术。手术方法应用 VisuMax 飞秒激光系统完成 SMILE 手术, 步骤如下: 点表面麻醉眼药水一次, 常规冲洗结膜囊, 然后用碘伏棉签消毒眼周, 患者仰卧于治疗床上, 调整好体位及头位, 铺无菌洞巾、术眼点表面麻醉眼药水, 对侧眼滴人工泪液, 然后固定好负压吸引环, 术眼移至压平镜正下方, 叮嘱患者瞄准好绿色注视光, 调整高度和距离, 使角膜与压平镜接触, 瞄准好中心, 待角膜吸附固定成功后启动 VisuMax 飞秒激光器进行切削, 频率为 500kHz, 能量为 110~120nJ, 点间距为 3 μ m; 角膜帽直径 7.3mm, 厚度 120 μ m, 透镜光区 6.5mm、过渡区为 0.1mm; 侧切口大小均为 2mm, 位于上方, 侧切角度均为 90 度, 完成透镜后表面、前表面、边缘及微小切口的飞秒激光切割, 然后松开负压吸引。在显微镜下操作, 最后用显微镊取出游离的基质透镜^[6]。

统计学分析:所有数据均采用 Epi Data 软件进行录入管理, 同时采用双人录入和人工抽查的方式确保数据录入准确性, 统计分析采用 SPSS 17.0 软件进行, 所有数据均采用均数 \pm 标准差进行描述, 对于一般特征资料采用独立样本 *t* 检验比较组间差异; BCVA 在不同时间点之间的组间比较采用重复测量设计资料的方差分析; 本研究对每例研究对象的欧卡斯和波前指标在 4 个时间点 (术前, 术后 1、3、6mo) 均进行了重复测量 3 次取均值, 采用重复测量的方差分析进行效果评价, 因重复测量方差分析需要进行协方差矩阵“球对球”结构假设, 如果满足“球对称”假设则采用未校正的 *F* 界值, 如果不满足“球对称”假设, 可用 Greenhouse-Geisser、Huynh-Feldt 和 Lower-bound 三种方法对 *F* 界值进行校正, 但以 Greenhouse-Geisser 较常用, 本研究中数据均不满足“球对球”假设, 采用 Greenhouse-Geisser 法进行校正检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

表1 两组屈光不正患者角膜屈光手术前各项检查结果比较

分组	眼数	年龄(岁)	球镜(D)	柱镜(D)	K1(D)	K2(D)	CCT(μm)	眼压(mmHg)
OBL组	51	25.73 \pm 4.47	-4.27 \pm 1.27	-0.51 \pm 0.53	43.04 \pm 1.56	43.92 \pm 1.83	553.02 \pm 21.75	17.67 \pm 1.35
对照组	65	25.23 \pm 3.84	-4.62 \pm 1.12	-0.62 \pm 0.52	42.67 \pm 1.56	43.69 \pm 1.60	548.72 \pm 23.57	17.58 \pm 1.66
<i>t</i>		0.640	1.545	1.098	1.277	0.726	1.008	0.287
<i>P</i>		0.523	0.125	0.275	0.372	0.469	0.316	0.770

注:OBL组:术中出现OBL;对照组:术中未出现OBL。

表2 两组术前及术后各时间点 BCVA 比较

组别	眼数	术前	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
OBL组	51	5.04 \pm 0.07	5.00 \pm 0.12	5.07 \pm 0.05	5.08 \pm 0.04
对照组	65	5.03 \pm 0.57	5.01 \pm 0.11	5.07 \pm 0.04	5.09 \pm 0.04
<i>F</i>		0.089	0.206	1.378	0.105
<i>P</i>		0.766	0.651	0.254	0.746

注:OBL组:术中出现OBL;对照组:术中未出现OBL。

表3 两组间各欧卡斯指标和相差指标重复测量方差分析比较结果

变量	组别	眼数	术前	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	<i>P</i>		
							分组	时间	分组 \times 时间
SR	OBL组	51	0.32 \pm 0.07	0.26 \pm 0.09	0.28 \pm 0.08	0.29 \pm 0.08	0.125	<0.001	0.674
	对照组	65	0.32 \pm 0.08	0.28 \pm 0.09	0.29 \pm 0.08	0.31 \pm 0.07			
MTF _{cut off}	OBL组	51	44.60 \pm 4.13	41.76 \pm 2.86	42.01 \pm 3.41	42.09 \pm 3.94	0.94	<0.001	0.552
	对照组	65	44.16 \pm 3.12	42.09 \pm 3.19	42.59 \pm 2.09	42.98 \pm 1.81			
OSI	OBL组	51	0.50 \pm 0.22	1.05 \pm 0.37	0.99 \pm 0.32	0.76 \pm 0.18	0.354	<0.001	0.055
	对照组	65	0.50 \pm 0.21	1.15 \pm 0.51	0.78 \pm 0.26	0.73 \pm 0.17			
C7	OBL组	51	0.07 \pm 0.16	-0.09 \pm 0.26	-0.04 \pm 0.14	-0.09 \pm 0.18	0.727	<0.001	0.061
	对照组	65	0.08 \pm 0.15	-0.03 \pm 0.20	-0.09 \pm 0.17	-0.08 \pm 0.17			
C8	OBL组	51	-0.04 \pm 0.18	-0.03 \pm 0.21	-0.03 \pm 0.24	0.04 \pm 0.20	0.504	0.064	0.101
	对照组	65	-0.02 \pm 0.09	-0.06 \pm 0.24	-0.01 \pm 0.14	-0.03 \pm 0.17			
C12	OBL组	51	0.01 \pm 0.13	0.16 \pm 0.24	0.17 \pm 0.13	0.08 \pm 0.17	0.131	<0.001	0.501
	对照组	65	0.02 \pm 0.12	0.13 \pm 0.18	0.11 \pm 0.11	0.10 \pm 0.14			
RMSH	OBL组	51	0.37 \pm 0.19	0.64 \pm 0.49	0.48 \pm 0.25	0.42 \pm 0.12	0.01	<0.001	0.028
	对照组	65	0.33 \pm 0.09	0.45 \pm 0.30	0.41 \pm 0.17	0.41 \pm 0.12			

注:OBL组:术中出现OBL;对照组:术中未出现OBL。

2 结果

2.1 两组术前及术后各时间点 BCVA 比较 采用多因素重复测量方差分析,发现 OBL 组与对照组在分组因素方面术前及术后各时间点 BCVA 比较差异无统计学意义($P>0.05$);其次,对两组间的测量指标分别进行单因素(时间因素)重复测量方差分析,OBL 组和对照组术后 3、6mo 同术前相比较差异有统计学意义($P<0.05$,见表 2)。两组患者术后 1mo 视力轻度下降,但和术前相比差异无统计学意义($P>0.05$),术后 3、6mo BCVA 优于术前且差异有统计学意义。

2.2 两组间 OQASTMII 和波前相差指标比较 首先对两组间的测量指标进行单因素(时间因素)重复测量方差分析,评价各个指标在 OBL 组和对照组间随着时间的变化情况,结果显示 SR, MTF_{cut off}, OSI, C7, C12, RMSH 6 个指标随着时间的变化在两组内各个时间点的差异均有统计学意义($P<0.05$),C8 指标随着时间的变化在两组内差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

多因素重复测量方差分析的结果显示 RMSH 指标在

分组因素和时间因素之间存在交互作用,进一步采用方差分析对各个时间点两组间 RMSH 指标进行比较(表 4),发现在术后 1mo 时 RMSH 在两组间差异有统计学意义($P=0.012$),OBL 组显著高于对照组,术前以及术后 3、6mo 两组间差异无统计学意义($P>0.05$);其他指标在分组因素方面差异均无统计学意义。

2.3 两组内 OQAS™II 研究指标 MTF_{cut off}、SR 和 OSI 特征性变化 两组 4 个时间点组内采用单因素(时间因素)重复测量方差分析,分析 MTF_{cut off}、SR 和 OSI 特征性变化(表 3)。两组组内术后 1、3、6mo 分别与术前比较,结果显示 MTF_{cut off}和 OSI 差异有统计学意义($P<0.05$)。对照组 SR 术后 1mo 和术前比较差异有统计学意义($P<0.05$),OBL 组 SR 术后 1、3mo 和术前相比差异均有统计学意义($P<0.05$)。MTF_{cut off}和 OSI 和术前相比差异有统计学意义($P<0.05$),说明术后 1、6mo 较术前视觉质量轻度下降。

2.4 两组内 RMSH 以及 C7、C8、C12 的特征性变化 两组 4 个时间点组内采用单因素(时间因素)重复测量方差分析,分析 RMSH 及 C7、C8 和 C12 这 4 个有代表性的

表4 两组间 RMSH 在各时间点间的比较 $\bar{x} \pm s$

组别	眼数	术前	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
OBL 组	51	0.37±0.19	0.64±0.49	0.48±0.25	0.42±0.12
对照组	65	0.33±0.09	0.45±0.30	0.41±0.17	0.41±0.12
<i>F</i>		2.734	6.555	2.694	0.200
<i>P</i>		0.101	0.012	0.103	0.655

注:OBL组:术中出现 OBL;对照组:术中未出现 OBL。

Zernike 分项值结果(表3),两组术后 1、3mo 和术前比较,结果显示 C7、C12 差异有统计学意义($P < 0.05$),OBL 组 RMSH 术后 1mo 和术前比较差异有统计学意义($P < 0.05$),对照组 RMSH 术后 1、3、6mo 和术前相比差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组患者 C8 术后各时间点和术前相比差异无统计学意义($P > 0.05$),见表3。

3 讨论

飞秒激光实为一种近红外激光,其激光脉冲宽度为飞秒量级,具有脉冲时间短、峰值功率高等特点,德国的 Sekundo 医生和 Blum 医生使用 VisuMax 飞秒激光器原型完成第 1 例飞秒激光透镜取出术^[7],被称为飞秒激光基质内透镜取出术(femtosecond lenticule extraction, FLEX),2008 年由 Sekundo 等^[8]正式报道。SMILE 手术切口 2~4mm,制作帽(cap)而非瓣(flap),帽下取出角膜基质透镜,实现了小切口、无瓣、微创^[9]。

通过对屈光手术的临床疗效观察及与传统术式比较,发现飞秒激光基质透镜切除术和飞秒激光微小切口基质透镜切除术具有较好的安全性、有效性及可预测性^[10]。相同度数比较,SMILE 后角膜敏感性恢复更快^[11-13]。从生物力学角度及对角膜表面完整性的保持等方面,SMILE 手术也显示出了越来越多的优势^[14]。已有的研究主要从视力、波前像差等主客观检查方面进行探讨^[15-16]。SMILE 手术已广泛应用于临床,至今全国该手术量已超过 100000 例^[3]。虽然 SMILE 手术已经足够完美,但是也有其局限性,较准分子激光角膜切削术矫正范围窄,加强手术选择受限,手术操作难度大^[9],其次 SMILE 在手术中存在特有的并发症,如透镜残留,对术后视功能影响较大^[17],透镜破碎,透镜取出困难等。

角膜基质不透明气泡层是在飞秒激光扫描过程中出现,由于气泡积累在角膜基质床,产生弥漫的不透明区域^[18]。以往研究提示飞秒制瓣手术中 OBL 会使角膜水肿明显,如果过多过密集的 OBL 接近瞳孔区时,可能会影响术后视力的及时恢复^[19]。Kaiserman 等^[20]发现术中 OBL 对术后视力没有明显影响,但术后三叶草像差增加。Liu 等^[21]报道术中 OBL 未影响术后视力,但术后 1mo 时暗视对比敏感度稍下降。Han 等^[22]探讨研究 SMILE 矫正中高度近视术后临床效果,结果显示术后 4a,SMILE 手术患者视力(92%)优于或等于 20/20,研究还显示高阶像差,彗差、球差及散光增加,随访术后 6mo~4a 差异无统计学意义。本研究结果显示两组患者 BCVA 差异无统计学意义,证明了手术中出现 OBL 的患者没有影响术后视力。两组内各个时间点和术前相比较,OBL 组和对对照组术后 3、6mo 和术前相比较差异有统计学意义,结果说明了 OBL 组和对对照组患者术后 BCVA 优于术前,两组患者均达到满意的治疗效果,本研究和其他研究结果均证实了 SMILE 手术的有效性^[22-23]。MTF_{cut-off} 和 SR,其数值越大,视觉质量越

好。Miao 等^[24]研究飞秒激光小切口基质透镜取出术矫正高度近视客观视觉质量分析,研究结果显示 SMILE 手术对于近视患者术后视觉质量会有影响,OSI 术后早期数值增大,到术后 3mo 接近于术前水平。本研究则显示两组患者术后 1、3、6mo MTF_{cut-off} 和 SR 数值均小于术前,随着术后时间延长,其数值增大接近于术前。OSI 术后增大,提示散射增大,随着术后时间延长,其数值减小接近于术前,结果说明了 SMILE 术后眼内散射增加,视觉质量轻度下降。两组患者 MTF_{cut-off}、OSI、SR 差异无统计学意义,说明 OBL 对患者眼内散射指数无明显影响。

Sekundo 等^[25]报道研究 SMILE 术后 6mo 视觉质量分析,研究显示 SMILE 术后高阶像差、球差及彗差均较术前增大。何丽等^[26]临床研究 SMILE 术后视觉质量分析,SMILE 手术后 2a,总高阶像差、球差和彗差均方根值与术前比较差异均有统计学意义。本研究显示两组患者术后 1、3 和 6mo C7、C12、RMSH 均较术前增大,同以往的研究^[25-26]。相对于以往的 LASIK 手术以球差和彗差为主,但是 SMILE 手术后彗差的改变以垂直彗差(C7)为主,可能和伤口愈合方式有关^[27]。通过对比 OBL 组与对照组数据发现 RMSH 有统计学意义($P < 0.05$),而术后 6mo 两组患者无统计学差异。综合分析以上结果,可能和术后愈合反应导致的角膜形态变化有关。术中出现 OBL 可以使透镜分离困难,容易出现透镜残留,角膜基质面不光滑,这些都有可能影响术后视觉质量。术后两组患者高阶像差均较术前增大,随着术后时间延长,其数值接近于术前。两组患者 RMSH 比较差异有统计学意义,说明 OBL 对患者术后像差是有影响的,但是到 6mo 无明显影响。

本研究结果提示 SMILE 手术中出现 OBL 不会影响患者视力的早期恢复,但是对视觉质量会有轻度影响。我们在手术过程中应该尽量避免 OBL 的产生。本研究时间短,样本量小,还需要多中心大样本深入研究。

参考文献

- Demirok A, Agca A, Ozgurhan EB, et al. Femtosecond lenticule extraction for correction of myopia: a 6 month follow-up study. *Clin Ophthalmol* 2013;7:1041-1047
- 王雁, 武志清, 汤欣, 等. 飞秒激光 2.0 mm 微切口角膜基质透镜取出术屈光矫正效果的临床初步研究. *中华眼科杂志* 2014;50(9):671-680
- 王雁. “全飞秒激光技术”的最新发展及其在 SMILE 手术中的应用. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(7):388-393
- 唐静, 邱乐梅, 张小兰, 等. FS-SBK, SBK 和 SMILE 矫正近视后散射相关的视觉质量分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(7):421-425
- 许多, 阚秋霞, 张国伟, 等. 飞秒微透镜边缘阶梯对视觉质量的影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(4):206-210
- 李晓晶, 王雁, 张琳. 2mm 微切口 SMILE 术后近视矫正眼高阶像差的变化. *中华实验眼科杂志* 2015;33(2):142-148
- Gertner J, Solomatin I, Sekundo W. Refractive lenticule extraction

(ReLEflex) and wavefront-optimized Femto-LASIK: comparison of contrast sensitivity and high-order aberrations at 1 year. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251(5):1437-1442

8 Sekundo W, Kunert K, Russmann C, et al. First efficacy and safety study of femtosecond lenticule extraction for the correction of myopia: six-month results. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(9):1513-1520

9 梁刚, 张丰菊. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术在眼科临床应用的新进展. *中华眼科杂志* 2016;52(1):68-72

10 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 我国眼视光学近五年十大研究进展. *中华眼科杂志* 2015;51(1):55-58

11 Li M, Zhou Z, Shen Y, et al. Comparison of corneal sensation between small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2014;30(2):94-100

12 Li M, Niu L, Qin B, et al. Confocal comparison of corneal reinnervation after small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser *in situ* keratomileusis (FS-LASIK). *PLoS One* 2013;8(12):e81435

13 Xu Y, Yang Y. Dry eye after small incision lenticule extraction and LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2014;30(3):186-190

14 Wu D, Wang Y, Zhang L, et al. Corneal biomechanical effects: small-incision lenticule extraction versus femtosecond laser-assisted laser *in situ* keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(6):954-962

15 胡裕坤, 李文静, 高晓唯, 等. Kappa角对飞秒激光角膜基质透镜切除术治疗近视的影响. *眼科新进展* 2014;34(2):168-171

16 胡裕坤, 李文静, 高晓唯, 等. 飞秒激光微小切口角膜基质透镜切除术治疗近视对角膜波前像差的影响. *眼科新进展* 2013;33(7):651-655

17 Dong Z, Zhou X. Irregular astigmatism after femtosecond laser

refractive lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(6):952-954

18 魏升升, 王雁. 飞秒激光制瓣 LASIK 手术相关并发症研究进展. *国际眼科纵览* 2011;35(3):193-195

19 王雁, 赵堪兴. 飞秒激光屈光手术. 北京: 人民卫生出版社 2014: 116-117

20 Kaiserman I, Maresky HS, Bahar I, et al. Incidence, possible risk factors, and potential effects of an opaque bubble layer created by a femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(3):417-423

21 Liu CH, Sun CC, Hui-Kang MD, et al. Opaque bubble layer: incidence, risk factors, and clinical relevance. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(3):435-440

22 Han T, Zheng K, Chen Y, et al. Four-year observation of predictability and stability of small incision lenticule extraction. *BMC Ophthalmol* 2016;16(1):149

23 胡裕坤, 李文静, 高晓唯, 等. SMILE 与飞秒激光制瓣 LASIK 治疗近视的疗效对比. *国际眼科杂志* 2013;13(10):2074-2077

24 Miao H, He L, Shen Y, et al. Optical quality and intraocular scattering after femtosecond laser small incision lenticule extraction. *J Refract Surg* 2014;30(5):296-302

25 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

26 何丽, 缪华茂, 赵宇, 等. SMILE 手术矫正近视临床疗效观察. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(7):403-407

27 武志清, 王雁, 张琳, 等. 飞秒激光小切口角膜基质内透镜取出术与飞秒激光 LASIK 术后高阶像差改变的对比研究. *中华眼科杂志* 2015;51(3):193-201