

# SMILE 与 FS-LASIK 矫正近视术后优势与不足的研究

黄青, 夏丽坤

作者单位: (110004) 中国辽宁省沈阳市, 中国医科大学附属盛京医院眼科

作者简介: 黄青, 女, 在读硕士研究生, 研究方向: 飞秒激光。

通讯作者: 夏丽坤, 女, 毕业于中国医科大学, 博士, 主任医师, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 飞秒激光和角膜病. xialk@sj-hospital.org

收稿日期: 2017-07-01 修回日期: 2017-12-20

## Research advances on the advantages and disadvantages of SMILE and FS-LASIK on correction of myopia

Qing Huang, Li-Kun Xia

Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning Province, China

**Correspondence to:** Li-Kun Xia. Department of Ophthalmology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning Province, China. xialk@sj-hospital.org

Received: 2017-07-01 Accepted: 2017-12-20

## Abstract

• In modern society, the most popular surgery for correction of myopia and myopic astigmatism are small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond assisted laser *in situ* keratomileusis (FS-LASIK). FS-LASIK is widely accepted by myopic patients and corneal refractive surgeons for its excellent safety, efficacy, stability and predictability. With the use of femtosecond laser, SMILE makes the corneal refractive surgery enter a full femtosecond era and become one of the most popular refractive surgery in the world, which is a novel minimally invasive corneal refractive surgery and characterized by flap-free, minimally invasive, small incision, femtosecond. But there is still some controversy about visual acuity, stability of diopter, corneal high order aberration, contrast sensitivity, dry eye, corneal biomechanical property and complication after SMILE and FS-LASIK in correction of myopia. This article reviews the advantages and disadvantages after SMILE and FS-LASIK in correction of myopia and myopic astigmatism among all above mentioned aspects.

• **KEYWORDS:** small incision lenticule extraction; femtosecond assisted laser *in situ* keratomileusis; myopia; advantage; disadvantage

**Citation:** Huang Q, Xia LK. Research advances on the advantages and disadvantages of SMILE and FS-LASIK on correction of myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2018;18(2):275-278

## 摘要

目前, 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 和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) 是治疗近视和近视散光的主流手术方式。FS-LASIK 具有良好的安全性、有效性、稳定性和可预测性, 受到近视患者和角膜屈光手术医师的广泛青睐。随着飞秒激光的发展, 新型微创角膜屈光手术——SMILE 术以其无瓣、微创、小切口、全飞秒等特点, 使角膜屈光手术跨入全飞秒时代, 成为最主要的屈光手术方式之一。而 SMILE 与 FS-LASIK 术在矫正近视和近视散光术后的视力、屈光状态、角膜高阶像差、对比敏感度、干眼、角膜生物力学特性、并发症等方面仍存在一些争议, 本文就以上内容对 SMILE 与 FS-LASIK 术矫正近视和近视散光术后的优势与不足作一综述。

**关键词:** SMILE; FS-LASIK; 近视; 优势; 不足

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2018.2.17

**引用:** 黄青, 夏丽坤. SMILE 与 FS-LASIK 矫正近视术后优势与不足的研究进展. *国际眼科杂志* 2018;18(2):275-278

## 0 引言

准分子激光原位角膜磨镶术 (laser *in situ* keratomileusis, LASIK) 矫正屈光不正正在临床应用中已走过近 20a 的历程, 其以良好的安全性、可预测性和有效性被广大患者和眼科临床医生所认可。随着科学技术的发展, 我们迎来了无刀屈光手术——飞秒激光时代。飞秒激光是以脉冲形式运转的激光, 具有持续时间短、瞬时功率高的特性, 其是一种波长为 1053nm 的近红外光。近 10a 来, 飞秒激光在 LASIK 术中代替了机械角膜板层刀, 用来制作角膜板层瓣, 即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)。FS-LASIK 术利用飞秒激光制作角膜板层瓣, 掀开角膜瓣后用准分子激光对角膜组织进行切削, 从而达到矫正屈光不正的效果, 其具有较高的精确性, 术后可获得良好的视觉效果。随着医疗水平的不断提高, 飞秒激光已从最早单纯用于制作角膜瓣, 发展到能够实现全程飞秒的小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE)。2011 年报道的 SMILE 术, 其基本原理是利用飞秒激光在角膜基质内精确切割并制作一个透镜, 再通过小切口机械分离后取出透镜, 以减小角膜屈光力, 从而达到矫正屈光不正的目的<sup>[1]</sup>。SMILE 术能最大程度

地降低与角膜瓣制作和准分子激光相关的并发症,实现了真正意义上的微创化,使手术的安全性大大提高。目前,SMILE与FS-LASIK术已经成为角膜屈光手术的主流手术方式,本文综合近期文献对二者在矫正近视和近视散光术后的优势与不足进行综述。

## 1 视力

SMILE与FS-LASIK术后视力恢复所需的时间长短与界面混浊形成、激光轨迹、角膜生物愈合反应、角膜水肿等因素有关<sup>[3-4]</sup>。尽管屈光矫正很成功,但SMILE术后视力恢复要迟于FS-LASIK,这与SMILE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,使透镜表面不规则有关<sup>[2]</sup>。而高度近视患者LASIK术后可观察到视力回退的现象,且较SMILE术后视力回退更明显。临床治疗中通过改变激光设置参数、切口大小等可使SMILE术后视力恢复较慢的特点得到改善。

裸眼远视力(uncorrected distance visual acuity, UDVA)恢复轻微延迟是SMILE术后早期独特的特点。SMILE术后UDVA较术前得到显著改善,且术后4a内UDVA较稳定,无显著变化<sup>[3,5-7]</sup>。在SMILE和FS-LASIK的对比分析中,有研究发现术后短期内SMILE组UDVA达到20/20或者更好的眼数更多,SMILE术后UDVA更好;但术后6mo时两组几乎没有差异,甚至FS-LASIK组UDVA更好。也有研究发现,FS-LASIK术后第1d UDVA更好;随后,SMILE组UDVA逐渐改善,最终两组间UDVA几乎没有差异,且FS-LASIK术后UDVA达到0.00(LogMAR)及以下的眼数更多,这可能与SMILE术后残余近视度数略高有关<sup>[4,8-10]</sup>。

SMILE术后矫正远视力(corrected distance visual acuity, CDVA)较术前也得到显著改善,术后3a内呈持续改善状态。在SMILE和FS-LASIK的对比研究中发现,FS-LASIK术后CDVA排数增加的眼数更多,但两组在CDVA排数降低方面几乎没有差异,且术后6mo内两组间CDVA也几乎没有差异( $P>0.05$ )<sup>[4,10]</sup>。由此可见,SMILE和FS-LASIK术后均能达到良好的视觉效果,且术后短期内FS-LASIK组视力恢复较SMILE组更快,但随着SMILE术后视力的逐渐恢复,术后6mo时两组视力趋于稳定,达到相同的视觉效果。

## 2 屈光状态

屈光状态的稳定性很大程度上影响临床疗效和患者的满意度。多个关于SMILE和FS-LASIK术后1a的对比研究显示,SMILE术后平均等效球镜 $-0.01 \sim -0.33\text{D}$ <sup>[11-12]</sup>,FS-LASIK术后平均等效球镜 $-0.02 \sim -0.17\text{D}$ <sup>[13-14]</sup>,表明与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。有研究发现SMILE术后3mo~3a,等效球镜几乎没有差异( $P=0.071$ ),屈光回退不明显,但全角膜屈光力(total corneal refractive power, TCRP)平均回退 $0.36 \pm 0.29\text{D}$ ,可见显著近视回退( $P<0.001$ )<sup>[6]</sup>。而LASIK术后7a内角膜屈光度较术前相比显著增加,到术后15a时才趋于稳定<sup>[15-16]</sup>。由此可见,SMILE和FS-LASIK术后均能达到良好的屈光状态,但与LASIK相比,SMILE术后屈光状态更稳定、屈光回退更少。

术后3mo时,与FS-LASIK相比,SMILE更接近正视眼,屈光状态也更好;但术后6mo时,两组屈光度改变几乎没有差异,均能达到满意的视觉效果。

## 3 角膜高阶像差

SMILE与FS-LASIK术后角膜总高阶像差(high order aberration, HOA)、彗差、球差、三叶草像差较术前均增加。术后1a内,与FS-LASIK相比,SMILE术后高阶像差更低,视觉质量更好,分析与SMILE术中无需制作和掀开角膜瓣,激光能量不受环境、温度、湿度、角膜含水量变化、眼球转动、偏心切削等因素的影响,从而有效地避免了过多医源性高阶像差的引入等有关。

瞳孔大小对角膜像差会产生一定的影响。从对SMILE、波前像差引导的准分子激光原位角膜磨镶术(wavefront-guided laser *in situ* keratomileusis, WF-LASIK)和FS-LASIK的研究中发现,术后6mo,当瞳孔直径为4mm时,SMILE与FS-LASIK间角膜高阶像差、波前像差无明显差异;当瞳孔直径为6mm时,SMILE较FS-LASIK引入的总高阶像差、球差更少,SMILE较WF-LASIK引入的水平彗差、垂直彗差更多<sup>[4,17-18]</sup>。术后1a内,瞳孔直径为5、6mm时,SMILE术后彗差更高,FS-LASIK术后球差更高,分析认为SMILE术后彗差偏高与轻度偏心性治疗有关。此外,SMILE与FS-LASIK术后角膜前表面、后表面和整个角膜的像差也不相同。用Scheimpflug camera评估SMILE和FS-LASIK术后情况发现,术后3mo,瞳孔直径为6mm时两组间角膜前表面和整个角膜的3~8阶高阶像差、球差几乎没有差异,角膜后表面彗差几乎没有差异( $P=0.114$ )<sup>[19]</sup>。另一研究发现,SMILE组角膜前表面和整个角膜3~6阶高阶像差、球差、水平彗差均显著低于FS-LASIK组( $P<0.05$ );此外,在分析角膜后表面时发现,SMILE组的水平彗差显著低于FS-LASIK组( $P<0.001$ )<sup>[20]</sup>。但也有研究报道SMILE术后角膜后表面和整个角膜的球差较FS-LASIK术后更稳定<sup>[21]</sup>。因此,在分析评估角膜像差时,从角膜的前表面、后表面和整个角膜来比较也需引起重视。

## 4 对比敏感度

在临床工作中,部分患者视力检查结果正常,但主诉视物不清。根据文献报道,视力表检查是根据视标大小和空间频率评价患者的视功能,但视力仅能测量视觉系统1%的功能,不是反映视功能最理想的方法。为了全面、客观地评估患者的视功能状态,还要检测室内光线较暗时(瞳孔较大时)的对比敏感度(contrast sensitivity, CS)水平,其通过同时改变空间频率和对比度两个参数评价视功能,反映视功能状态。屈光术后高阶像差的引入会引起术后对比敏感度的下降,进而影响视觉质量和患者的满意度。在SMILE术后1a的随访中发现,明环境下,对比敏感度在12、18c/d(cycles per degree)等高空间频率上增加,在3、6c/d等低空间频率上降低;暗环境下,对比敏感度在3、6、12、18c/d空间频率上均轻微增加<sup>[5,22]</sup>。Sekundo等<sup>[23]</sup>则认为术前和术后任何时间相比,明暗环境下对比敏感度均无显著差异( $P>0.05$ )。Ganesh等<sup>[8]</sup>发现SMILE和FS-LASIK术后在所有空间频率上对比敏感度均下降。术后1d~1wk,FS-LASIK组对比敏感度较SMILE组更好;术后15d~1mo,SMILE组对比敏感度逐渐提高,使两组对比敏

感度几乎没有差异;术后 3mo, SMILE 组对比敏感度在所有空间频率上均较 FS-LASIK 组更好 ( $P < 0.0001$ )。且在不同光照条件下, FS-LASIK 组对比敏感度在高空间频率上较 SMILE 组恢复更快<sup>[4,8]</sup>。术后 6mo 时, 两组对比敏感度在低空间频率上 (3, 6c/d) 有显著改善, 但在高空间频率上 (12, 18c/d) 无改善, 表明 FS-LASIK 术后早期对比敏感度更高, 分析与基质内后方向光散射更少、Bowman 层微障碍更少等因素有关。

## 5 角膜知觉和干眼

角膜知觉减退和干眼是屈光术后短期内最常见的症状。国际干眼研究学会将干眼定义为“由泪液、眼表等多因素致病, 以干涩不适、视觉困扰、泪膜不稳定等症状为表现, 伴随泪液渗透压增加和眼表炎症, 可能对眼表带来潜在损害的综合症”<sup>[24]</sup>。屈光术后干眼可在术后 3~9mo 内得到改善, 但因干眼会影响患者的视觉舒适度、生活质量及总体满意度, 受到广泛关注。屈光术后干眼与角膜神经受损、角膜知觉减退、角膜上皮微绒毛及结膜杯状细胞等眼表组织受损、泪膜分布异常及稳定性下降、角膜表面规则性下降、术后含防腐剂药物的应用、免疫炎症反应、原发性干眼加重、术后用眼习惯等因素有关。

大量文献表明屈光术后干眼发生、角膜敏感性降低与术中角膜基质层前 1/3 的角膜神经被切断密切相关。SMILE 和 LASIK 术后中央角膜敏感性与角膜基底神经密度呈正相关。角膜基底神经丛更多者角膜神经密度更大、长神经纤维数量和神经分支也更多。LASIK 术中制作角膜瓣时, 影响上皮和前基质层, 切断位于重要位置外的浅层角膜神经, 加之准分子激光消融时对角膜神经也有一定损伤, 导致角膜知觉减退, 术后泪液分泌减少, 瞬目频率下降, 从而增加泪液蒸发, 使泪膜稳定性下降, 出现干眼症状。而无瓣微创的 SMILE 术主要影响后基质床, 通过微小切口将基质透镜取出而非掀开角膜瓣, 切断的浅层神经纤维少, 保留了更多的角膜基质下神经丛, 使患者术后干眼症状更轻, 舒适度更高<sup>[25-26]</sup>。SMILE 与 LASIK 术后早期角膜敏感性均下降, 但 LASIK 术后角膜敏感性下降更明显。传统的 LASIK 与 FS-LASIK 术后 1a 内患者的干眼症状和神经再生情况几乎没有差异。但与 FS-LASIK 相比, SMILE 术后角膜神经受损更少, 角膜上皮完整性更好。研究发现, 术后 6mo 内, SMILE 组中央角膜敏感性高于 FS-LASIK 组; 但术后 6mo 时, 两组逐渐恢复至正常并无显著差异<sup>[27]</sup>。然而, 当术后中央角膜知觉恢复至术前水平时, 干眼症状可能并未随之恢复。

目前国内常用眼表疾病指数量表 (ocular surface disease index, OSDI)、McMonnies 干眼病史问卷调查表 (McMonnies questionnaire, MQ) 及 Salisbury 眼睛评价问卷调查表 (Salisbury eye evaluation questionnaire, SEEQ) 评价屈光术后患者的主观干眼症状, 评分越高表明干眼症状越严重。SMILE 和 FS-LASIK 术后早期 OSDI 评分、MQ 评分、SEEQ 评分均较术前增加, 但 SMILE 术后 OSDI 评分、MQ 评分、SEEQ 评分均低于 FS-LASIK, 更早恢复至术前水平<sup>[10,25-26]</sup>。可见与 FS-LASIK 相比, SMILE 术后干眼症状更轻, 恢复更快。

## 6 角膜生物力学特性

激光屈光手术在治疗近视时安全有效, 但移除角膜组

织不可避免地会导致角膜生物力学特性降低。SMILE 术具有微创、无瓣、小切口的特点, 无需切断角膜前部胶原纤维, 使角膜完整性得到更好的保障, 角膜生物力学强度更好。

角膜生物力学分析仪 (corvis ST, CST) 和眼反应分析仪 (reichert ocular response analyzer, ORA) 是目前常用的活体测量角膜生物力学特性的仪器。ORA 采用动态双向压平的原理测量两个主要角膜生物力学参数, 即角膜滞后量 (corneal hysteresis, CH) 和角膜阻力因子 (corneal resistance factor, CRF)。其中, CH 代表角膜的黏滞性, 反映角膜衰减外力能量的能力; CRF 代表角膜整体硬度, 反映角膜总体抵抗外力的能力。通过 CST 和 ORA 评价 SMILE 和 FS-LASIK 术后 CH、CRF 等角膜生物力学参数发现, 两组术后角膜生物力学特性均较术前降低, 且 CRF 改变更为明显<sup>[28]</sup>。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。但术后短期内两组间角膜生物力学特性几乎没有差异, 分析与 SMILE 术后角膜前部胶原薄层重新进行纹状排列, 使之在生物力学强度方面无显著优势有关。Wang 等<sup>[29]</sup>通过 ORA 比较不同近视程度患者 (近视度数  $\leq 600$  度和近视度数  $> 600$  度) SMILE 和 LASIK 术前、术后角膜生物力学特性发现, 术后两组 CH、CRF 均显著降低; 近视度数  $\leq 600$  度时, 两组 CH、CRF 无显著差异 ( $P > 0.05$ ); 近视度数  $> 600$  度时, SMILE 组 CH、CRF 均显著高于 LASIK 组 ( $P < 0.05$ ), SMILE 组角膜生物力学特性更好。由此可见, 不同近视程度对角膜生物力学特性也有一定的影响。此外, 飞秒激光制瓣比机械角膜板层刀制瓣能够保留更多的角膜生物力学特性。对于 LASIK 手术而言, 角膜瓣越薄, 切削的角膜组织越少, 角膜生物力学越稳定<sup>[30-31]</sup>。而与 FS-LASIK 和传统 LASIK 相比, SMILE 术无需掀开角膜瓣, 角膜损伤更小, 角膜生物力学特性更具有稳定性。

## 7 并发症

SMILE 和 FS-LASIK 术中和术后并发症较少, 但两者并发症有相似之处, 如负压环失吸、上皮缺失、上皮内生长、界面混浊、角膜瓣皱褶、弥漫性板层角膜炎、角膜膨隆、角膜地形图不规则、眼干等<sup>[5]</sup>。此外, SMILE 术中还有透镜取出困难、角膜帽撕裂或穿孔等并发症, 其中界面混浊被认为是 SMILE 术后短期内视力恢复轻微延迟的主要原因。FS-LASIK 术中和术后有角膜瓣复位困难、角膜瓣移位等瓣相关的并发症。

## 8 结语

综上所述, 随着科学技术的发展, 飞秒激光在屈光手术中的应用已由最初的单纯制作角膜瓣发展到可以实现全程飞秒的 SMILE 手术。SMILE 与 FS-LASIK 术在矫正近视和近视散光术后有各自的优势与不足, 两者均能有效矫正近视, 提高裸眼视力, 改善患者的视觉质量和生活质量。SMILE 术后具有屈光状态稳定、引入的高阶像差少、干眼症状轻、角膜生物力学特性稳定的特点; 而 FS-LASIK 术后视力恢复较快、术后短期内对比敏感度更好。随着飞秒激光设备的不断改良和创新, 手术技巧的不断提升, SMILE 术将引领我们步入更精确、微创、安全、广阔的未来。

## 参考文献

1 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
- 2 Vestergaard A, Ivarsen AR, Asp S, et al. Small-incision lenticule extraction for moderate to high myopia; Predictability, safety, and patient satisfaction. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(11):2003-2010
- 3 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;14:117
- 4 Liu M, Chen Y, Wang D, 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
- 5 Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, et al. Outcomes of small incision lenticule extraction (SMILE) in low myopia. *J Refract Surg* 2014;30(12):812-818
- 6 Pedersen IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Three-Year Results of Small Incision Lenticule Extraction for High Myopia; Refractive Outcomes and Aberrations. *J Refract Surg* 2015;31(11):719-724
- 7 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
- 8 Ganesh S, Gupta R. Comparison of visual and refractive outcomes following femtosecond laser-assisted lasik with smile in patients with myopia or myopic astigmatism. *J Refract Surg* 2014;30(9):590-596
- 9 Shen Z, Shi K, Yu Y, et al. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) versus Femtosecond Laser-Assisted In Situ Keratomileusis (FS-LASIK) for Myopia; A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2016;11(7):e0158176
- 10 Li M, Zhao J, Shen Y, et al. Comparison of Dry Eye and Corneal Sensitivity between Small Incision Lenticule Extraction and Femtosecond LASIK for Myopia. *PLoS One* 2013;8(10):e77797
- 11 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
- 12 Agca A, Ozgurhan EB, Demirok A, et al. Comparison of corneal hysteresis and corneal resistance factor after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK; A prospective fellow eye study. *Cont Lens Anterior Eye* 2014;37(2):77-80
- 13 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
- 14 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
- 15 Alió JL, Soria F, Abbouda A, et al. Laser in situ keratomileusis for -6.00 to -18.00 diopters of myopia and up to -5.00 diopters of astigmatism; 15-year follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2015;41(1):33-40
- 16 Ivarsen A, Hjortdal J. Seven-year changes in corneal power and aberrations after PRK or LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(10):6011-6016
- 17 Vestergaard A, Ivarsen A, Asp S, et al. Femtosecond (FS) laser vision correction procedure for moderate to high myopia; a prospective study of ReLEx (®) FLEX and comparison with a retrospective study of FS-laser in situ keratomileusis. *Acta Ophthalmol* 2013;91(4):355-362
- 18 Ye MJ, Liu CY, Liao RF, et al. SMILE and Wavefront-Guided LASIK Out-Compete Other Refractive Surgeries in Ameliorating the Induction of High-Order Aberrations in Anterior Corneal Surface. *J Ophthalmol* 2016;2016:8702162
- 19 Wu W, Wang Y. Corneal Higher-Order Aberrations of the Anterior Surface, Posterior Surface, and Total Cornea After SMILE, FS-LASIK, and FLEX Surgeries. *Eye Contact Lens* 2016;42(6):358-365
- 20 Wu W, Wang Y. The Correlation Analysis between Corneal Biomechanical Properties and the Surgically Induced Corneal High-Order Aberrations after Small Incision Lenticule Extraction and Femtosecond Laser In Situ Keratomileusis. *J Ophthalmol* 2015;2015:758196
- 21 Li X, Wang Y, Dou R. Aberration compensation between anterior and posterior corneal surfaces after Small incision lenticule extraction and Femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis. *Ophthalmic Physiol Opt* 2015;35(5):540-551
- 22 Chansue E, Tanhsakdi M, Swasdibutra S, et al. Efficacy, predictability and safety of small incision lenticule extraction (SMILE). *Eye Vis (Lond)* 2015;2:14
- 23 Sekundo W, Gertner J, Bertelmann T, et al. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;52(5):837-843
- 24 Lemp MA, Baudouin C, Baum J, et al. The Definition and Classification of Dry Eye Disease: Report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop. *Ocul Surf* 2007;5(2):75-92
- 25 Wang B, Naidu RK, Chu R, et al. Dry Eye Disease following Refraction Surgery; A 12-Months Follow-Up SMILE versus FS-LASIK in High Myopia. *J Ophthalmol* 2015;2015:132417
- 26 Xu Y, Yang Y. Dry Eye After Small Incision Lenticule Extraction and LASIK for Myopia. *J Refract Surg* 2014;30(3):186-190
- 27 He M, Huang W, Zhong X. Central corneal sensitivity after small incision lenticule extraction versus femtosecond laser-assisted LASIK for myopia; a meta-analysis of comparative studies. *BMC Ophthalmol* 2015;15:141
- 28 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
- 29 Wang D, Liu M, Chen Y, et al. Differences in the Corneal Biomechanical Changes After SMILE and LASIK. *J Refract Surg* 2014;30(10):702-707
- 30 董子献, 周行涛. 激光角膜屈光手术生物力学效应的研究进展. *中华眼科杂志* 2012;48(11):1053-1056
- 31 Medeiros FW, Sinha-Roy A, Alves MR, et al. Biomechanical corneal changes induced by different flap thickness created by femtosecond laser. *Clinics (Sao Paulo)* 2011;66(6):1067-1071