

SMILE 矫正 PRK 术后屈光回退 1 例并文献复习

陈涛¹, 姜洋², 李莹²

1. 北京丰联嘉悦丽格眼科, 北京 100020

2. 中国医学科学院/北京协和医学院/北京协和医院 眼科, 北京 100730

摘要: **目的** 报道 1 例 PRK 术后 23 年屈光回退行 SMILE 补矫病例, 探究 SMILE 作为表层屈光手术后屈光回退二次补矫手段的可行性。 **方法** 本例 23 年前因近视行双眼 PRK, 术后屈光回退, 眼部条件符合 SMILE 专家共识要求, 行 SMILE 二次补矫手术, 并结合相关文献进行总结。 **结果** 术中激光扫描顺利, 角膜基质透镜分离取出顺利, 术后随访双眼裸眼视力均超过术前最佳矫正视力。 **结论** 本病例旨在为临床开展以 SMILE 作为表层屈光手术后屈光回退二次补矫手段提供参考。

关键词: 准分子激光屈光性角膜切削术; 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术; 角膜基质; 角膜外科手术

中图分类号: R779 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-3770(2025)06-0148-06

引用格式: 陈涛, 姜洋, 李莹. SMILE 矫正 PRK 术后屈光回退 1 例并文献复习[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2025, 39(6):148-153. CHEN Tao, JIANG Yang, LI Ying. SMILE correction of refractive regression after PRK surgery: a case report and literature review[J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2025, 39(6):148-153.

SMILE correction of refractive regression after PRK surgery: a case report and literature review

CHEN Tao, JIANG Yang, LI Ying

1. Bei Jing Feng Lian Jia Yue Li Ge Ophthalmology, Beijing 100020, China

2. Department of Ophthalmology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Abstract: Objective To explore the feasibility of SMILE as a corrective procedure for refractive regression after surface refractive surgery, based on a case of refractive regression 23 years post-PRK. **Methods** A retrospective case study of a patient who underwent binocular PRK for myopia correction 23 years ago and experienced refractive regression postoperatively. The patient met the criteria outlined in the SMILE expert consensus, and underwent secondary SMILE corrective surgery. Relevant literature was reviewed and summarized. **Results** Intraoperative scanning proceeded smoothly, and the corneal stromal lenticles were successfully separated and extracted. During postoperative follow-up, uncorrected distance visual acuity of both eyes exceeded the preoperative best-corrected distance visual acuity. **Conclusion** This case seems to serve as a reference for SMILE as secondary corrective surgery following surface refractive surgery in clinical practice.

Key words: Photorefractive keratectomy; Femtosecond laser small incision lenticule extraction; Corneal stroma; Corneal surgery

随着屈光矫正技术的发展,角膜屈光手术方式也逐渐多样化,但任何手术方式都存在屈光回退的可能。出现屈光回退后可选择使用降眼压药物、激素等药物保守治疗;若药物治疗效果不佳,且角膜基质厚度允许,可在术后 6 个月以后进行二次补矫手术治疗。二次补矫手术方式以角膜地形图引导的个性化手术治疗为主。本文报道了一例准分子激光屈光性角膜切削术(photorefractive keratectomy, PRK)术后 23 年屈光回退行飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(femtosecond laser small incision lenticule extraction, SMILE)二次补矫手术的患者,探究

SMILE 作为表层屈光手术后屈光回退补矫手段的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

患者女,40 岁,主因 PRK 角膜屈光手术后裸眼视力下降 4 年,于 2022 年 9 月 5 日就诊于北京嘉悦丽格眼科。1999 年患者因近视在外院行“双眼 PRK”,术后视力恢复尚可;4 年前因自觉视力下降在当地医院就诊,诊断为“PRK 术后屈光回退”。患者有二次手术意愿,当地医院建议行个性化飞秒激

光辅助准分子激光原位角膜磨镶术 (femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis, FS-LASIK) 补矫手术,患者要求行 SMILE 治疗,遂就诊我院。

1.2 治疗方法

1.2.1 眼科检查

术前眼部检查:裸眼视力右眼 0.4 左眼 0.3;眼压 (1 mmHg = 0.133 kPa):右眼 13 mmHg 左眼 15 mmHg;散瞳后验光:右眼 -1.50 DS-0.50 DC×30° → -1.0-,左眼 -2.25 DS-1.25 DC×175° → -1.0;近视力双眼均为 Jr1;主视眼为右眼;双眼角膜透明,上皮完整,无 Haze,未见明显屈光手术痕迹,前房(-),瞳孔圆,对光反射灵敏,晶体清,眼底检查未见明显异常;角膜厚度:右眼 504 μm 左眼 529 μm;双眼前节和眼底均未见异常。

1.2.2 辅助检查及诊断

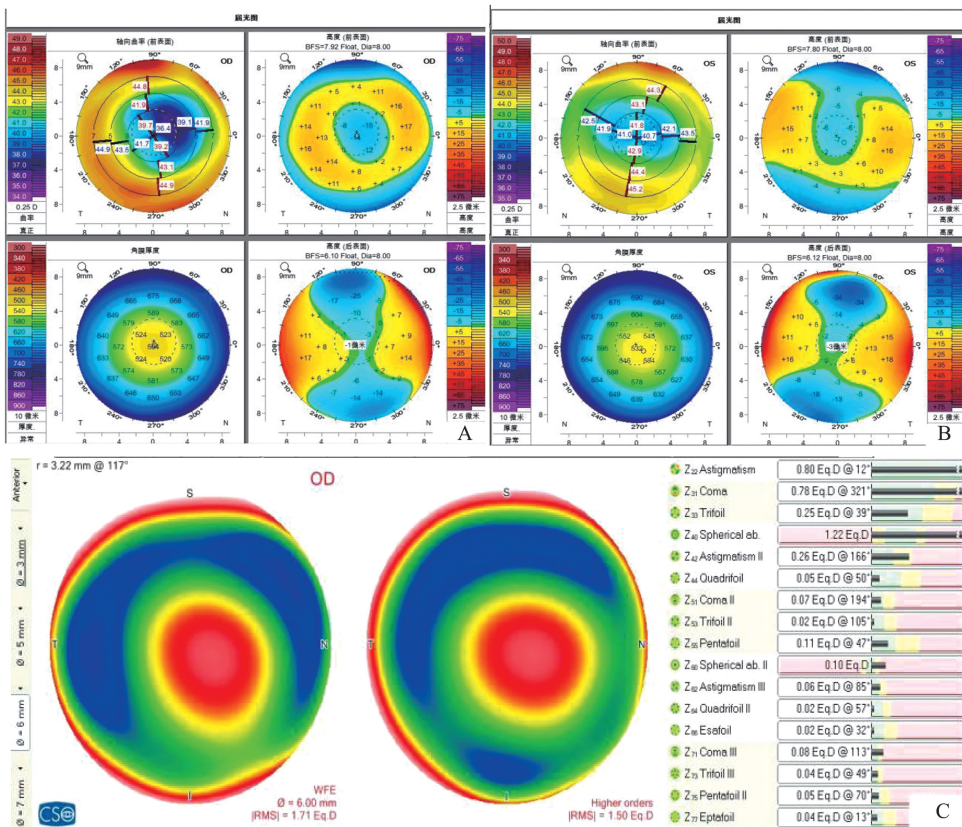
Pentacam 角膜地形图检查显示:双眼角膜激光屈光术后改变,右眼偏中心切削(图 1A、图 1B);角膜平均曲率:右眼 39.00 D,左眼 41.50 D;Schwind Sirius 前节分析示高阶像差 Zernike 多项式值:右眼:彗差 0.78,三叶草差 0.25,球差 1.22 左眼:彗差 0.10,三叶草差 0.09,球差 0.72(图 1C)。眼前节相干光层析成像术 (anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT) 检查:右眼角膜上皮厚度不均匀,中央区上皮明显增厚;中央角膜厚度:右眼:0.502 mm,左眼 0.514 mm(图 1D)。临床诊断为双

眼 PRK 术后屈光回退。

1.2.3 治疗

建议患者行角膜地形图引导个性化 FS-LASIK 治疗,治疗近视度数的同时可降低高阶像差。因患者强烈要求行 SMILE 治疗,且根据术前检查,患者眼部条件符合 SMILE 手术要求,尊重患者意愿拟行双眼 SMILE,向患者说明手术风险角膜帽穿透可能,术中出现意外情况,有改变手术方式的可能。患者签署知情同意书。

考虑到激光角膜表层屈光手术后,术眼具有角膜曲率偏低、角膜中央平坦、治疗光学区失去前弹力层,避免手术分离时透镜不完整、角膜帽破损等并发症,在角膜帽厚度和光区设计方面均给予个性化设计:右眼设定角膜帽厚度为 130 μm,直径为 7.60 mm;透镜直径为 6.40 mm,最大厚度为 73 μm,最小厚度为 23 μm,切口宽度为 2 mm,角度为 120°;切割后残余角膜基质床厚度为 301 μm;左眼设定角膜帽厚度为 130 μm,直径为 7.60 mm,透镜直径为 6.40 mm,最大厚度为 89 μm,最小厚度为 20 μm;切口宽度为 2 mm,角度为 120°,切割后残余角膜基质床厚度为 310 μm,屈光度设计右眼预留 -0.15 DS,左眼预留 -0.25 DS。SMILE 术中激光扫描均匀,扫描质量无异常(图 1E、图 1F),透镜分离、取出顺利,透镜完整无残留,角膜帽完整。



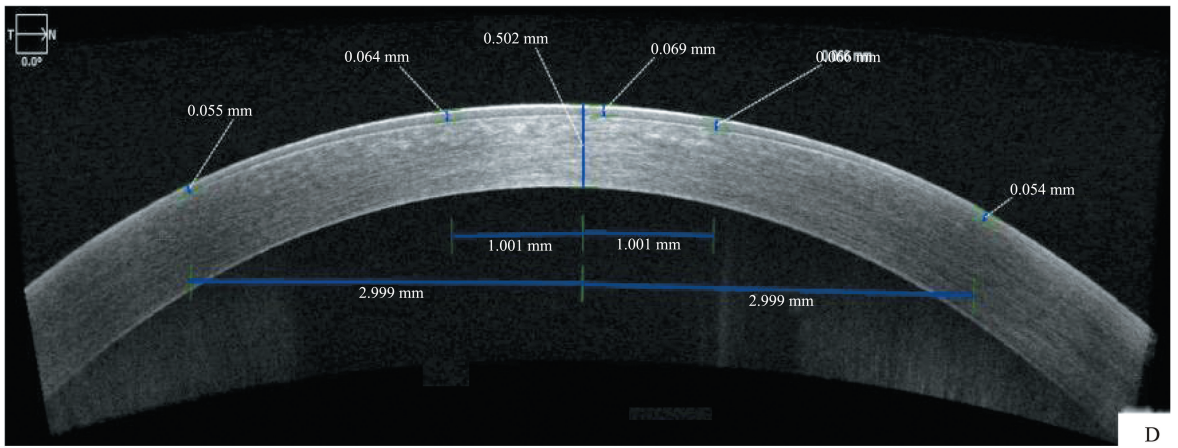


图 1 双眼矫正手术前 Pentacam, Schwind Sirius 和前节 OCT 检查结果

A~B: Pentacam 屈光四图结果; C: 术前 Schwind Sirius; D: 术前 AS-OCT 检查

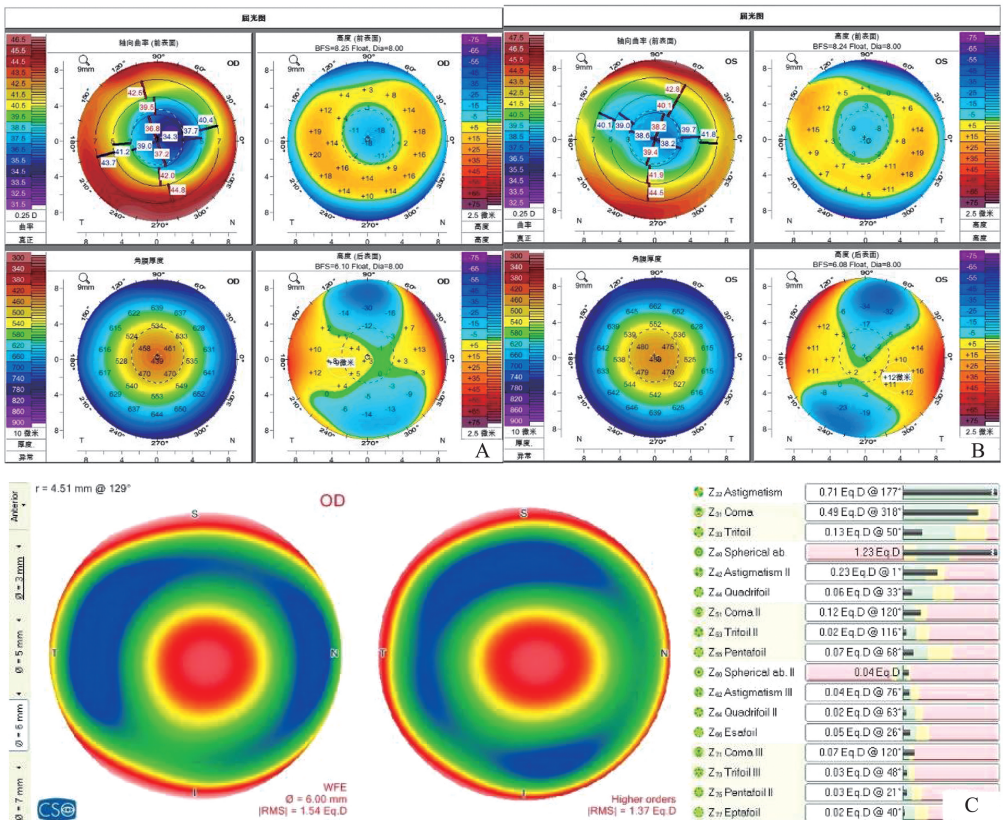
Figure 1 Pentacam, Schwind Sirius, and anterior segment OCT examination results before binocular correction surgery

A-B: Pentacam refractive four diagram results; C: Preoperative schwind sirius, D: Preoperative AS-OCT examination

2 结果

术后 1 d 视力右眼 0.5、左眼 0.8, 双眼角膜透明, 角膜切口边缘规整闭合好, 层间清洁。验光右眼 -0.50 DS -0.25 DC × 43°, 左眼 -0.50 DS -0.50 DC × 173°。术后 7 d 视力右眼 0.7、左眼 1.2, 眼压右眼 10.0 mmHg、左眼 12.3 mmHg, 角膜切口对合好, 角膜透明。术后 1 个月视力右眼 0.9、左眼 1.2, 眼前节未见异常。术后 3 个月视力右眼视力 1.0、左眼 1.2, 双眼均超过术前预期最佳矫正视力。

Pentacam 角膜地形图检查显示: 双眼角膜激光屈光术后改变, 中央光学区平坦, 右眼仍有轻度偏中心(图 2A、图 2B); Schwind Sirius 前节分析显示(图 2C): 右眼总高阶像差(Higher-order aberration, HOA)术前 1.50, 术后 1.37, 彗差(Coma)术前 0.78, 术后 0.49, 三叶草(Trefoil)术前 0.25, 术后 0.13, 高阶像差术后较术前均有降低, AS-OCT 显示: 双眼角膜基质层可见透镜取出后愈合反应线(图 2D)。术后 12 个月右眼 1.0、左眼 1.2, 双眼裸眼视力稳定; 角膜地形图形态: 角膜屈光术后改变, 前后表面高度正常。



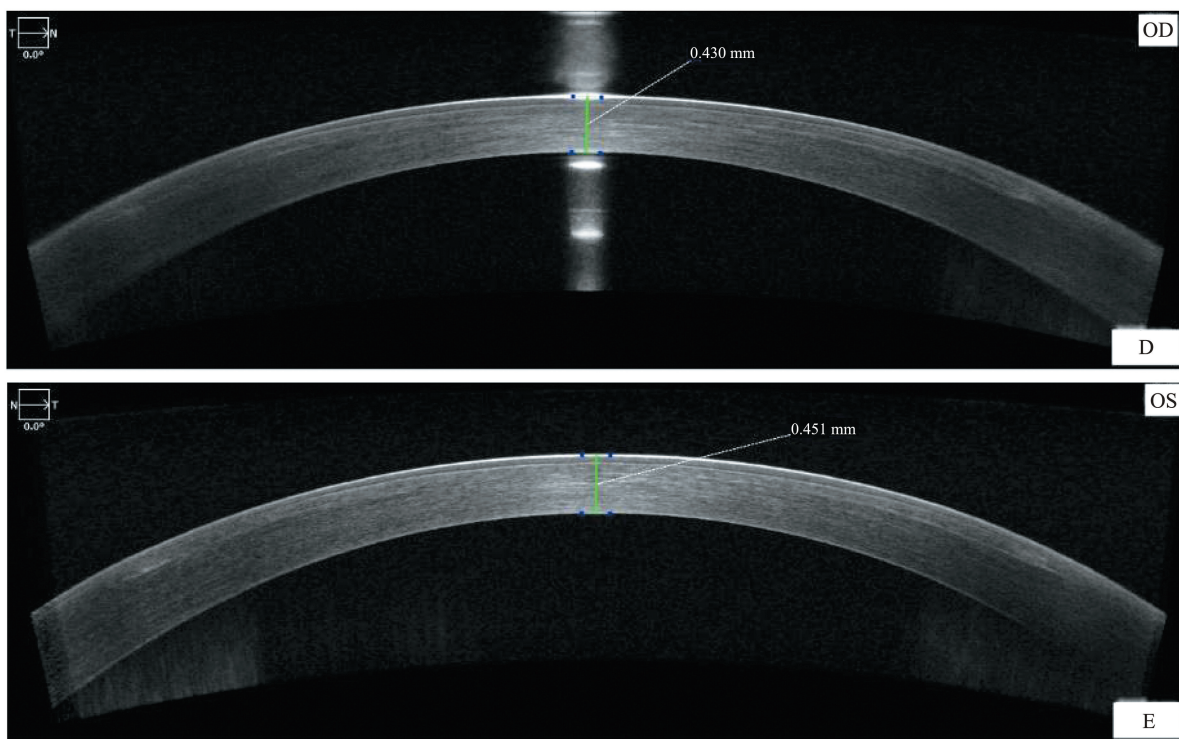


图 2 SMILE 术后三个月双眼 Pentacam、Schwind Sirius 和前节 OCT 检查结果

A~B: 术后 Pentacam 屈光四图结果; C: 术后 Schwind Sirius; D~E: 术后 AS-OCT 检查

Figure 2 Results of Pentacam, Schwind Sirius, and anterior segment OCT examinations in both eyes three months after SMILE surgery

A-B: Postoperative pentacam refractive four chart results; C: Postoperative schwind sirius; D-E: Postoperative AS-OCT examination

3 讨论

虽然目前屈光手术方式逐渐多样化,但各种角膜屈光手术依然存在屈光回退的可能,其中 PRK 术后上皮的增厚率更高^[1]。近视术后,增厚的角膜上皮会呈凸透镜样^[2]或负性半月板样^[3],从而导致屈光回退的发生。该病例术前 AS-OCT 显示中央区角膜上皮厚度明显大于周边部图(图 1D)。Naderi 等^[4]报道 PRK 术后回退率约 19%,其中女性 21.1%,男性 15.9%,30 岁以下人群的回退率 17.4%,30 岁以上人群为 21.4%。以往的 PRK 有着治疗光区小,治疗光斑大等特点,在角膜上皮修复过程中,组织成分发生了一系列变化,这种损伤修复反应与 haze 和屈光回退的发生直接相关^[5]。若患者屈光状态稳定,且角膜厚度允许,可考虑行二次补矫手术^[6-8]。二次修复手术方式选择包括:表层手术补矫,表层激光加强手术应用范围广泛,可用于表层手术、板层 LASIK 和 SMILE 术后的二次矫正^[9],尤其在残余角膜基质床厚度不足的情况下仍然安全且有效,但舒适度较差。同时,若原角膜瓣厚度不足或屈光度数较大,该手术方式易导致角膜瓣中央穿孔^[10-11]。由于表面上皮下切削上皮愈合时间至少 72 h,术后

有眼痛明显、术后视力恢复慢、激素应用时间长等劣势,并且可能有少数患者出现 haze,使其适应证受到限制^[12]。但是,在该病例中,由于角膜上皮厚度不均,术后屈光度可预测性降低,并且该患者第一次手术后体感不适,且喜欢户外运动,本次手术不接受表层手术后的不适及术后并发症 haze 的可能性,因此表层手术方式并不考虑;LASIK 治疗, LASIK 术后角膜瓣与残余基质床的连接并不紧密,即使术后多年也可因眼外伤等因素导致角膜瓣移位^[13-14],患者担心 FS-LASIK 出现角膜瓣的并发症,患者需要尽快恢复视力、避免疼痛及不便于定期随访,如角膜厚度足够可选择板层手术^[15]。对于伴有角膜不规则散光的患者,行二次补矫手术需将角膜地形图形态、激光切削位置也纳入到考虑范畴,进行个性化设计,以改善术后视力和视觉质量^[16]。该患者首次手术治疗后右眼偏心切削,补矫手术选择角膜地形图引导的 FS-LASIK 治疗是优选的手术方式,以在治疗屈光度的同时降低高阶像差,提高视觉质量。但对于本患者,因 LASIK 术后角膜瓣与残余基质床的连接并不紧密,即使术后多年也可因眼外伤等因素导致角膜瓣移位^[14],患者担心 FS-LASIK 出现角膜瓣相关并发症,因此不选择该手术方式;SMILE,关

于 SMILE 是否作为表层手术后二次加强手段,目前尚存在争议。相比于 FS-LASIK, SMILE 对角膜神经纤维创伤更小^[17-19],患者术后视觉质量满意度更高,生物力学稳定性更好^[20-21],因此近十年来在临床上得到广泛推广,多项研究已证实其安全性、有效性和稳定性^[22-23]。目前,已有 SMILE 作为 LASIK 术后二次矫正的报道,在初次手术较厚的角膜瓣中进行透镜切削,术后患者视觉质量良好^[24]。王宇晨等^[25]报道了 LASIK 后 9 年回退行 SMILE 补矫,设计角膜帽切削深度位于原角膜瓣平面以下,虽然扫描过程中出现了气体散逸,但透镜分离取出完整,术后患者舒适度好,裸眼视力达到术前最佳矫正视力。Kankariya 等^[26]报道了 SMILE 作为 PRK 术后 12 年补矫手术,术后两年屈光度稳定。SMILE 的优势在于患者舒适度好,术后恢复快,可以尽快投入工作。鉴于以上因素,本例患者强烈要求行 SMILE 治疗,术前检查角膜厚度、屈光度等眼部条件均符合 SMILE 专家共识条件,SMILE 是可选择的手术方式^[27-29]。但术前应做好周密的手术预案和设计,并进行充分的患者宣教,术中情况与术前预期出现差异时,术中及时更改手术方式,坚持以最小创伤、最安全方式完成手术原则。

手术参数方面,因 PRK 术后治疗光学区内失去前弹力层,该病例术前设计时,角膜帽设定为 130 μm ,透镜直径 6.4 mm,本例中适当扩大光学区以对术前偏中心进行纠正。手术中飞秒激光扫描顺利,与初次手术激光扫描无异。透镜分离过程尤其需要仔细轻柔,避免失去前弹力层处角膜帽穿孔,上皮植入风险。

随着 SMILE 近年在临床不断推广,其术后恢复快、疼痛轻、效果好的特点得到广泛认同,但在作为二次补矫手段的方面,SMILE 的优势并不显著。本例病例报道了 PRK 术后因屈光回退行 SMILE 二次补矫手术的患者,其术后 1 个月裸眼视力显著优于术前最佳矫正视力,该病例展示了 SMILE 作为表层屈光手术后屈光回退的补矫手段非常的潜力。对于眼部条件符合 SMILE 专家共识的要求,有期望行 SMILE 二次补矫手术的患者,本病例可为临床工作提供借鉴与参考。对于本例患者,行 SMILE 作为 PRK 术后屈光回退补矫手术术后一年,屈光状态和视力均达到预期结果,后续研究者将会继续跟踪远期结果。虽然本病例顺利完成了 PRK 术后的 SMILE,印证了 SMILE 作为 PRK 术后补矫的可行手段,屈光回退二次增效手术需要根据患者第一次手术方式、目前眼部检查结果,综合分析评估,对于

角膜形态欠规则,高阶像差较大的,可以考虑首选角膜地形图或像差引导的个体化切削手术,最终的治疗方案需要跟患者充分沟通,在患者能很好理解增效手术原理、特点以及风险的前提下,共同制定治疗方案。临床中对于二次手术的矫正有多种选择,但是 PRK 术后回退并且有偏中心切削的情况下,二次手术不太建议行 SMILE 手术的方法,因为 SMILE 无法做到个性化切削将偏中心的问题解决,从而视觉质量并不能良好的改善。本文应用 SMILE 对 PRK 术后进行补矫,虽然视力恢复可以,但如果采用地形图引导或者像差引导的手术方式来做,可以将偏中心的问题解决,且改善视觉质量,效果更好。综合考虑降低手术难度、降低不必要的手术风险、患者的要求和医生对手术的掌握程度优先考虑选择更为安全、预测性高的个性化的手术方式,以解决患者实际问题为首衷。

参考文献:

- [1] 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]. J Cataract Refract Surg, 2015, 41(1): 33-40. doi:10.1016/j.jcrs.2014.08.029
- [2] Catalan-Lopez S, Portas-Ferradas AM, Cadarso-Suarez L, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) as re-treatment for a thick LASIK flap[J]. J Refract Surg, 2016, 32(10): 718-720. doi:10.3928/1081597X-20160603-03
- [3] Chan C, Lawless M, Sutton G, et al. Re-treatment in LASIK: to flap lift or perform surface ablation[J]. J Refract Surg, 2020, 36(1): 6-11. doi:10.3928/1081597X-20191211-02
- [4] Lin FY, Xu YS, Yang YB. Comparison of the visual results after SMILE and femtosecond laser-assisted LASIK for myopia[J]. J Refract Surg, 2014, 30(4): 248-254. doi:10.3928/1081597X-20140320-03
- [5] Fernández-Barrientos Y, Ortega-Usobiaga J, Beltran-Sanz J, et al. Efficacy and safety of surgically managed late traumatic LASIK flap displacements in a study of 66 cases[J]. J Refract Surg, 2022, 38(4): 270-276. doi:10.3928/1081597X-20220128-01
- [6] Hecht I, Mimouni M, Rabina G, et al. Re-treatment by flap relift versus surface ablation after myopic laser in situ keratomileusis[J]. Cornea, 2020, 39(4): 443-450. doi:10.1097/ICO.0000000000002189
- [7] JooyeonSon, 周行涛. SMILE 和飞秒 LASIK 术后角膜神经修复的研究进展[J]. 交通医学, 2016, 30(2): 125-128. JOOYEONSON, ZHOU (HangXing) (Tao). Research progress of corneal nerve repair after SMILE and femtosecond LASIK[J]. Medical Journal of Communications,

- 2016, 30(2): 125-128
- [8] Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Longitudinal postoperative lasik epithelial thickness profile changes in correlation with degree of myopia correction [J]. *J Refract Surg*, 2014, 30 (3): 166-171. doi: 10.3928/1081597X-20140219-01
- [9] Kankariya VP, Grentzelos MA, Dube AB, et al. Small incision lenticule extraction retreatment in a patient with high residual refractive error after photorefractive keratectomy: a case report [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2021, 69 (2): 436-438. doi:10.4103/ijo.IJO_713_20
- [10] Lin DY, Manche EE. Two-year results of conductive keratoplasty for the correction of low to moderate hyperopia [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2003, 29(12): 2339-2350. doi:10.1016/j.jcrs.2003.09.022
- [11] Mimouni M, Kaiserman I, Spierer R, et al. Factors predicting the need for re-treatment after laser refractive surgery in patients with high astigmatism: a large database analysis [J]. *J Refract Surg*, 2021, 37(6): 366-371. doi:10.3928/1081597X-20210226-01
- [12] Moshirfar M, Desautels JD, Walker BD, et al. Mechanisms of optical regression following corneal laser refractive surgery: epithelial and stromal responses [J]. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*, 2018, 7 (1): 1-9
- [13] Naderi M, Sabour S, Khodakarim S, et al. Studying the factors related to refractive error regression after PRK surgery [J]. *BMC Ophthalmol*, 2018, 18(1): 198. doi:10.1186/s12886-018-0879-y
- [14] 张君苒, 方英成, 余庆阳, 等. PRK 术后屈光回退行 LASIK 再手术的疗效观察 [J]. *眼外伤职业眼病杂志*, 2001, 23(3): 273-274. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-1477.2001.03.015
- [15] Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Change in epithelial thickness profile 24 hours and longitudinally for 1 year after myopic LASIK: three-dimensional display with Artemis very high-frequency digital ultrasound [J]. *J Refract Surg*, 2012, 28(3): 195-201. doi:10.3928/1081597X-20120127-02
- [16] 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 [J]. *Br J Ophthalmol*, 2011, 95(3): 335-339. doi:10.1136/bjo.2009.174284
- [17] Siedlecki J, Siedlecki M, Luft N, et al. Surface ablation versus CIRCLE for myopic enhancement after SMILE: a matched comparative study [J]. *J Refract Surg*, 2019, 35(5): 294-300. doi:10.3928/1081597X-20190416-02
- [18] Xu YS, Yang YB. Dry eye after small incision lenticule extraction and LASIK for myopia [J]. *J Refract Surg*, 2014, 30 (3): 186-190. doi: 10.3928/1081597X-20140219-02
- [19] Yan MK, Chang JS, Chan TC. Refractive regression after laser in situ keratomileusis [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2018, 46(8): 934-944. doi:10.1111/ceo.13315
- [20] Zhao W, Wu T, Dong ZH, et al. Comparison of visual acuity of the patients on the first day after sub-Bowman keratomileusis or laser in situ keratomileusis [J]. *Int J Ophthalmol*, 2016, 9(3): 448-452. doi:10.18240/ijo.2016.03.22
- [21] 李莹. 多元化屈光手术的设计与抉择 [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2016, 18(12): 705-708. doi:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2016.12.001
- LI Ying. The design and choice of diversification of refractive surgery [J]. *Chinese Journal of Optometry Ophthalmology and Visual Science*, 2016, 18(12): 705-708. doi:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2016.12.001
- [22] 葛庆曼, 崔传波, 孔德言, 等. 激光扫描共焦显微镜对飞秒激光小切口基质透镜取出术后角膜帽神经修复的动态观察 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2017, 35(2): 151-155. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.02.012
- GE Qingman, CUI Chuanbo, KONG Deyan, et al. Dynamic observation of corneal reinnervation after small incision lenticule extraction at cap by confocal microscope [J]. *Chinese Journal of Experimental Ophthalmology*, 2017, 35(2): 151-155. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.02.012
- [23] 李莹, 姜洋. 惟论近视矫正眼外与眼内手术方式的选择 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2020, 34(2): 1-6. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.1.2020.001
- LI Ying, JIANG Yang. A discussion on the choice of surgical methods for correction of myopia [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2020, 34(2): 1-6. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.1.2020.001
- [24] 王力翔. SMILE、Fs-LASIK 及 T-PRK 后患者主观视觉质量与共聚焦显微镜、波前像差仪结果的相关性研究 [D]. 北京: 中国医学科学院, 2018
- [25] 张丰菊, 李玉. 角膜屈光手术术前的筛查要点 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2020, 34(2): 7-12. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.1.2020.014
- ZHANG Feng ju, LI Yu. Key criteria for screening before cornea refractive surgery [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2020, 34(2): 7-12. doi:10.6040/j.issn.1673-3770.1.2020.014