

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术术后并发症

林燕¹, 吕洋²

引用:林燕,吕洋. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术术后并发症. 国际眼科杂志, 2024,24(8):1229-1233.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.82000926);甘肃省卫生健康行业科研项目(No.GSWSKY2022-05);联勤保障部队第九四〇医院院基金项目(No.2021yxky033, 2023YXKY011, 2023YXKY033)

作者单位:¹(730000)中国甘肃省兰州市,甘肃省中医药大学第一临床学院;²(730000)中国甘肃省兰州市,中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院眼科中心

作者简介:林燕,女,在读硕士研究生,研究方向:眼屈光。

通讯作者:吕洋,女,博士,副主任医师,副教授,硕士研究生导师,研究方向:眼底病、眼屈光. 15117203811@163.com

收稿日期:2023-09-04 修回日期:2024-06-26

摘要

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)是一种用于治疗屈光不正的无瓣飞秒激光辅助屈光手术。自2011年首次发表关于SMILE手术的研究以来,这种微创屈光手术因其无需制作角膜瓣,从而避免了相关并发症,已经迅速在眼科界受到青睐。此项创新性技术的优势包括:对角膜生物力学影响小、降低干眼风险以及减少基质层暴露。其在治疗近视和近视散光方面具有稳定性、安全性和有效性。尽管具有诸多优势,但该技术的实施仍具挑战性,并可能有各种术后并发症,如:干眼、感染性角膜炎、弥漫性板层角膜炎、暂时性光敏感综合征、角膜扩张、压力诱导层间基质角膜、角膜上皮内生、视觉相关变化等。为了获得最佳的屈光效果,应早期识别和适当的处理相关并发症。文章对SMILE术后各种并发症的危险因素、临床特点、处理及预防作一综述。

关键词:飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术;全飞秒激光手术;术后并发症

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.8.09

Postoperative complications of small incision lenticule extraction

Lin Yan¹, Lyu Yang²

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (No.82000926); Gansu Health Industry Scientific Research Project (No.GSWSKY2022-05); Fund Project of the 940th Hospital of Joint Service Support Forces of the Chinese People's Liberation Army (No.2021yxky033, 2023YXKY011, 2023YXKY033)

¹First School of Clinical Medical, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, Gansu Province, China; ²Ophthalmic Center, the 940th Hospital of Joint Service Support Forces of the Chinese People's Liberation Army, Lanzhou 730000, Gansu Province, China

Correspondence to: Lyu Yang. Ophthalmic Center, the 940th Hospital of Joint Service Support Forces of the Chinese People's Liberation Army, Lanzhou 730000, Gansu Province, China. 15117203811@163.com

Received:2023-09-04 Accepted:2024-06-26

Abstract

• Small incision lenticule extraction (SMILE) is a flapless femtosecond laser-assisted refractive surgery, which is applied in the treatment of refractive errors. Since the earliest publications about SMILE in 2011, the concept of a refractive surgery performed through a small incision without the complications associated with the flap creation, has led to an increased interest in the ophthalmologic field. Lower impact on corneal biomechanical, less dry eye risk and less stromal layer exposure were some benefits this innovative technique had aroused. It is also stable, safe and effective in treating myopia and myopic astigmatism. Despite of the advantages, the implementation of SMILE is challenging, and various postoperative complications can emerge, including dry eye, infectious keratitis, diffuse lamellar keratitis, transient light sensitivity syndrome, corneal ectasia, pressure induced stromal keratitis, epithelial ingrowth, vision-related changes, etc. Early recognition and proper management of these complications are necessary for optimizing refractive outcomes. This article reviews the risk factors, clinical features, management and prevention of various complications focusing on SMILE.

• KEYWORDS: small incision lenticule extraction; full-femtosecond laser surgery; postoperative complications

Citation: Lin Y, Lyu Y. Postoperative complications of small incision lenticule extraction. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024,24(8):1229-1233.

0 引言

研究表明,飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)在治疗近视和近视散光方面具有稳定性、安全性和有效性^[1-2],由于 SMILE

手术学习曲线相对较长,并可能伴各种术后并发症,如干眼、感染性角膜炎、弥漫性板层角膜炎、暂时性光敏感综合征、角膜扩张、压力诱导层间基质角膜、角膜上皮内生、视觉相关变化等。为了获得最佳的屈光效果,这些并发症的早期识别和适当的处理是必要的。本文就 SMILE 术后各种并发症的危险因素、临床特点、处理及预防作一综述。

1 干眼

SMILE 术后并发症以干眼发病率最高,因此它被认为是术后患者满意度的决定性因素。Qiu 等^[3]研究表明 56% 的患者在 SMILE 术后出现干眼症状或泪膜稳定性改变。然而,这些症状很快就会消失,并在 3 mo 的随访中恢复到术前参数。研究表明,准分子激光原位角膜磨镶术 (laser assisted *in situ* keratomileusis, LASIK) 和 SMILE 患者术后均会出现短暂的干眼症状,但 SMILE 术后症状更少且术后参数更好^[4]。Zhang 等^[5]表明 SMILE 术后产生的表面不规则性会影响泪膜的稳定性,导致泪膜破裂时间 (tear break up time, TBUT) 减少。SMILE 术后早期应使用不含防腐剂的人工泪液及其凝胶、促进黏蛋白分泌的人工泪液。若患者合并明显炎症可局部加用糖皮质激素、环孢素 A 和自体血清滴眼液。根据病情的严重程度,治疗可持续至 6-12 mo,甚至更长时间^[6]。

预防:术前应进行彻底的检查,及时发现干眼的症状及体征。特别是对于轻微干眼患者,选择 SMILE 优于 LASIK。术后应使用不含防腐剂的滴剂。对于症状严重的患者,可以考虑放置泪点塞或局部使用低浓度的环孢菌素。

2 感染性角膜炎

与其他屈光手术一样,SMILE 也有发生术后感染的风险。Chehaibou 等^[1]发现 1 例 SMILE 术后严重双侧感染性角膜炎的病例报告。作者强调应重视手术过程中的消毒,以避免术中交叉感染。一旦确诊,建议使用与 LASIK 术后感染相同的方案治疗,及时使用杀菌性聚维酮碘和抗生素溶液进行界面冲洗,以改善视力的预后。

预防:术前筛查和治疗眼表疾病,外科医生和助手穿戴无菌手术衣、口罩、帽子和手套,使用无菌手术器械,双眼使用单独的器械,均可降低感染的风险。

3 弥漫性层间角膜炎

弥漫性层间角膜炎 (diffuse lamellar keratitis, DLK) 是一种发生在术后早期的非感染性炎症。DLK 通常在术后 24-48 h 内出现,病变范围可从皮瓣周边的无症状混浊到累及中心的明显的弥漫性混浊。在临床上,Linebarger 等^[7]通过适当的干预将 DLK 分为 4 级。1 级:局灶性灰色或白色颗粒局限于角膜层间周边部,瞳孔区未受累,无眼部充血或前房炎症反应,视力正常;2 级:弥漫性角膜层间灰色或白色颗粒浸润,无眼部充血或前房炎症反应,视力正常;3 级:弥漫性角膜层间灰色或白色颗粒浸润伴颗粒聚集,轻度结膜睫状充血,无前房炎症反应,视力轻度下降;4 级:弥漫性致密的角膜层间颗粒浸润,可有角膜瓣皱褶或自融,伴视力明显下降、眼睑水肿、轻度结膜睫状充血

和前房炎症反应。Reinstein 等^[8]的一项回顾性研究中,DLK 1 级或 2 级发生率为 0.45% (18/4000 眼)。其中,12 眼 (67%) 表现为典型 DLK,6 眼 (33%) 表现为无菌性多灶性炎症性角膜炎。同样,Wang 等^[9]回顾性发现 6 373 眼的发病率为 2.17%。尽管 DLK 通常发生在术后早期,但 LASIK 和 SMILE 术后也可发生迟发性 DLK。DLK 通常继发于导致上皮损伤的外伤。角膜浸润常呈弥漫性分散,但也偶有多灶性浸润的不典型表现^[10]。DLK 的病因或发病机制尚不清楚,但涉及多种危险因素。DLK 的危险因素包括滑石粉手套、标记笔、高能飞秒激光、特异反应性、上皮缺陷、化学毒素、器械上的细菌内毒素和睑板腺分泌物^[11]。Zhao 等^[12]首次报道 SMILE 术后 DLK 的发生率,1 112 眼中 DLK 发生率为 1.6%。其中具有细直径和宽直径透镜体的病例中,DLK 发生率显著增加。

与 LASIK 相比,SMILE 术后 DLK 发生率较低。因 SMILE 手术较小的外部切口所产生的上皮破坏较少,提供了较低的术后炎症反应^[13];术中基质层暴露较少和术后积极充分抗炎治疗也有利于 DLK 的发生^[12]。

1 期和 2 期病例采用强化局部类固醇疗法^[14]。随访时间为 24-48 h,以早期发现进展至第三阶段的病例。Gritz^[15]主张不冲洗界面,但较重的炎症可通过用强化局部类固醇冲洗界面来控制。

预防:术上用附有抽吸窥镜的抽吸套管仔细清洗,有助于彻底清理睑板分泌物和泪膜碎片,从而降低 DLK 的发生率。术中使用无粉手套,用铺巾盖住眼睑边缘以避免睫毛接触也是预防 DLK 的有效措施。术后应谨慎使用局部类固醇激素。

4 暂时性光敏感综合征

暂时性光敏感综合征 (transient light sensitivity syndrome, TLSS) 是 LASIK 及 SMILE 术后罕见并发症,以术后 28 wk 出现严重畏光为特征,视力及裂隙灯检查无变化^[16]。虽然 TLSS 病因尚不清楚,但飞秒激光产生的气泡、细胞因子和细胞碎片向外侧移动时刺激睫状体,从而导致典型症状的迁移。Desautels 等^[16]报道了一篇 SMILE 术后发生单侧 TLSS 的病例。结果表明,飞秒激光的入射量与飞秒激光的能量成正比,外科医生应及时意识到此并发症,以及 TLSS 对类固醇具有高反应性。

预防:减少激光参数和增加术后类固醇治疗已被证明可以减少 TLSS 的发生。

5 角膜扩张

虽与 LASIK 相比 SMILE 的生物力学影响降低^[17],但在亚洲已经报道了 4 例 7 眼 SMILE 术后引起角膜扩张的病例^[18]。在四分之三的病例中,详细的角膜地形图分析显示术前角膜异常是该病的危险因素。但有 1 例术前未见地形图异常,提示其他危险因素尚待研究^[18]。患者平均在术后 6.4 mo 被诊断为角膜扩张。

虽然 SMILE 术后角膜扩张的风险低于 LASIK,但 SMILE 术后角膜扩张的风险仍然没有具体的预测因素,因此建议谨慎对待可疑的角膜地形图^[19]。

预防:所有患者都应在术前进行 LASIK 或 PRK 筛查,

考虑年龄、眼睛摩擦、激素影响、甲状腺状况等风险因素,且严格的角膜地形图筛查标准也可降低角膜扩张的风险。

6 压力诱导层间基质角膜炎

眼压(IOP)升高导致界面可见液体裂隙,从而导致压力诱导层间基质角膜炎(pressure-induced stromal keratitis, PISK)的发生。PISK常难以诊断,易被误诊为DLK,二者不同的是PISK常发生于术后1 wk。患者通常表现为视力恶化、眼痛和IOP升高。轻度病例可见界面混浊,而重度病例中界面可见液体裂隙。界面积液常继发于类固醇反应的IOP升高。当从角膜中央记录时,界面积液可能会导致错误的低眼压读数。因此,应从角膜边缘测量眼压^[20]。动态轮廓眼压计和Tonopen眼压计(从周围角膜读取)在这些病例中优于Goldman压平眼压计。此外,与DLK不同的是体内共聚焦显微镜(IVCM)显示PISK界面中缺乏单核细胞和粒细胞。文献中仅报道了两例SMILE术后PISK^[21-22],患者均为患有近视和深色素虹膜的亚洲人,因此他们成为了高血压和PISK的高危人群。

PISK的治疗包括使用局部受体阻滞剂降低眼压;慎用某些抗青光眼药物,如多佐胺,其可能会影响内皮泵功能且在理论上加剧PISK;禁用类固醇激素。早期诊断和适当使用抗青光眼药物治疗是十分必要的,以避免青光眼视神经病变。

7 角膜上皮内生

鲜有文献报道SMILE术后角膜上皮内生^[23-24]。现有文献显示,术中上皮细胞意外植入界面或术后这些细胞移行通过切口部位时即发生角膜上皮内生。与LASIK不同,SMILE不涉及角膜瓣制作,因此这种并发症在SMILE术后是罕见的。患者后期可能出现眩光、异物感或视力下降等症状。切口/侧切撕裂、角膜破裂和糖尿病均可能是SMILE术后角膜上皮内生的潜在风险因素^[23]。

术后应局部使用类固醇激素和抗生素治疗以预防上皮内生。若发生角膜上皮内生应在冲洗界面后用钝性刮刀和微型玻璃体视网膜钳清除长入的上皮,最后缝合切口^[24]。而针对1例顽固性上皮内生对常规治疗无效的病例,可在上皮刮除后用水凝胶眼密封剂治疗。这种水凝胶眼密封剂,可以避免LASIK术后上皮内生。

8 视觉相关变化

各种视力相关的变化是屈光手术结果的一部分,包括屈光不正、高阶像差(HOA)诱导、对比敏感度(CS)改变及回归引起的残余误差。这些并发症均可影响患者最终的视觉质量。

8.1 屈光不正 在以往的研究中,LASIK在所有视觉参数方面都优于SMILE。最近的研究表明,在安全性、有效性和可预测性方面,这两种手术方法的效果相当,但与LASIK相比,SMILE的恢复时间更长^[25]。

Zhang等^[26]分析SMILE和FS-LASIK在安全性和有效性方面具有可比性。而Ganesh等^[27]发现与LASIK相比,SMILE术后3 mo的屈光度更精确。Qin等^[13]报告尽管管屈光不正的程度不同(>-10 D和 ≤-10 D),SMILE用于近视矫正后的视力结果却相似。屈光不正的结果在高

度近视的眼睛中显示轻度未得到矫正。Shetty等^[28]得出的结论为,与LASIK相比,SMILE术后的患眼往往矫正不足,当术前柱镜度数超过0.75 D时,矫正不足的情况更为严重。治疗期间的任何旋转均可能导致治疗轴偏移,从而导致屈光不正和HOA。

若存在矫正过度、矫正不足或视力减退,需在SMILE后进行再治疗。SMILE后再治疗的发生率为1%-4%。其主要危险因素包括高屈光不正(>6.0 D)、高散光(>3 D)、负压脱失和年龄较大(>35 岁)。残差矫正的方法包括表面消融(PRK)、LASIK、角膜瓣转换手术(CIRCLE)和二次SMILE。

8.2 高阶像差诱导 各类研究表明HOA在SMILE术后有所增加,术后HOA表现为视觉质量降低,从而导致眩光、晕圈、单眼复视、CS降低等症状。大直径瞳孔和小光学区(OZ)均可能导致光圈模糊,进而导致视觉质量降低。文献中显示,彗差和球差对HOA的影响是一致的,彗差的产生与偏心的幅度有关,球差的产生与屈光校正的幅度有关^[29-30]。

Chan等^[31]发现角膜前散光对SMILE的治疗浓度有影响,而对LASIK的治疗浓度无影响;可导致彗差和总HOA的产生,而对低阶像差无影响。Xia等^[32]比较了SMILE手术前后HOA的变化,发现总HOA和垂直彗差明显增加,而三叶差和球差无明显差异。在Ji等^[33]的研究中,SMILE使用小于115 nJ的飞秒能量,在术后早期有利于获得更好的视力且诱导角膜像差更少。

8.3 对比敏感度改变 与CS单纯客观地测量HOA相比,CS有助于从主观上更好地评估患者的视力质量。术后初期CS可能有短暂影响,但长期随访无明显变化。研究表明,在1 a的随访中,中视CS和光视CS均未显示任何显著变化^[34]。

8.4 屈光回退 Blum等^[35]对近10 a SMILE治疗近视和近视散光的结果发现术后10 a与术后6 mo的结果相比并无显著变化。平均等效球镜度数为 -0.35 ± 0.66 D,接近目标屈光度。56眼中有16眼(29%)增加了1-2条斯奈伦线,在长期内没有丢失两条或更多的线。10 a内的回归为 -0.35 ± 0.66 D。因此,可证明SMILE是一种有效、稳定、安全的治疗近视和散光的方法。

9 其他

9.1 界面液体综合征/移位扩张 这是SMILE术后罕见的并发症,Bansal等^[36]报告了1例SMILE术后界面液体综合征。发生移位性扩张(变陡),是积液的诊断标志。可通过局部应用高渗盐水进行治疗。

9.2 界面碎片/异物 在Wang等^[9]的一项大型回顾性研究中,6 373眼界面碎片的发病率为0.30%,其通常在术后通过裂隙灯检查发现,应与炎症或感染反应相鉴别。这些碎片可能是手套上的滑石粉、用来干燥眼表的海绵纤维、仪器上的金属颗粒、睑板腺分泌物或睫毛。大多数碎片是可生物降解的,不会引起任何炎症。碎片一旦涉及到中央视轴或怀疑引起炎症,则需进行界面冲洗。DLK和非正常散光是界面碎片后的并发症。

预防:适当遮盖术眼,使睫毛远离眼睛;睑板腺分泌物应从手术部位冲走;使用无粉手套、无碎片海绵、适当的器械和纤维环(Chayet环)也有利于防止手术过程中的碎片残留。

9.3 点状上皮糜烂 点状上皮糜烂在6373眼中的发生率为0.39%^[9],这可能与干眼有关。必要时可给予人工泪液、预防性抗生素及类固醇治疗。

9.4 前弹力层微畸变 光学相干断层扫描(OCT)检查显示,在进行SMILE手术后,前弹力层存在微小畸变。与进行FS-LASIK手术后相比,在SMILE术后这种畸变更为常见。这些畸变主要发生在手术后的第1d,但在长期随访中并无显著差异。研究表明,这些畸变与晶状体厚度的增加或屈光不正矫正有关,但对患者的长期视力并没有显著影响^[13]。Luo等^[37]发现>-6D患眼比-3--6D之间的更容易发生微畸变(65% vs 30.8%)。此外,Shetty等^[38]的研究中发现,术中帽的复位可以减少前弹力层微畸变的程度。

9.5 内皮效应 与LASIK相比,SMILE在角膜内的剥离面更接近角膜内皮,并且吸引时间是LASIK的两倍。因此,SMILE术后可能导致内皮细胞受损。然而,Zhang等^[39]的研究结果显示其对内皮细胞的短期和长期影响并无显著差异。

9.6 角膜生物力学改变 角膜的生物力学特性对于降低术后角膜扩张的风险至关重要,很可能导致术后眼压降低。许多文献研究使用眼反应分析仪(ORA)和可视化角膜生物力学分析仪(Corvis ST)对LASIK和SMILE的角膜生物力学特性进行了比较。鲜有研究表明,利用ORA可发现LASIK术后的角膜迟滞(CH)和角膜阻力因子(CRF)明显低于SMILE,尤其是在术后早期^[24]。

很少有研究报道,使用Corvis ST进行LASIK和SMILE术后的生物力学反应具有可比性,但Osman等^[40]发现,SMILE术后A1(第一次平压)、A2(第二次平压)、最大压陷(HC)时间的减少比LASIK术后更为明显。Pederson等^[41]认为,在调整术后眼压、角膜中央厚度和年龄后,LASIK术后患者仅HC时间明显短于SMILE患者,这提示LASIK患者角膜达到最大压陷的时间更早。

10 结论

随着近视发生率的增加,SMILE被广泛应用,许多文献报道了SMILE常见术后并发症的发生率和影响,但鲜有或没有文献报道SMILE术后视觉相关变化、界面液体综合征/移位扩张、界面碎片/异物、点状上皮糜烂、前弹力层畸变、内皮效应及角膜生物学改变。因此,作此综述以进一步完善SMILE术后并发症,使大家更好地理解 and 预测SMILE术后可能出现的问题,从而提高术后视觉质量。

参考文献

[1] Chehaibou I, Sandali O, Ameline B, et al. Bilateral infectious keratitis after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2016,42(4):626-630.
[2] Ng ALK, Kwok PSK, Chan TCY. Secondary lenticule remnant removal after SMILE. *J Refract Surg*, 2017,33(11):779-782.

[3] Qiu PJ, Yang YB. Early changes to dry eye and ocular surface after small-incision lenticule extraction for myopia. *Int J Ophthalmol*, 2016,9(4):575-579.
[4] 曹记红, 蒋海翔, 张丹. SMILE与LASEK术治疗高度近视对患者视力恢复及并发症的影响. *海南医学*, 2023,34(1):71-75.
[5] Zhang H, Wang Y. Dry eye evaluation and correlation analysis between tear film stability and corneal surface regularity after small incision lenticule extraction. *Int Ophthalmol*, 2018,38(6):2283-2288.
[6] Chinese Branch of the Asian Dry Eye Society, Ocular Surface and Tear Film Diseases Group of Ophthalmology Committee of Cross-Straits Medicine Exchange Association, Ocular Surface and Dry Eye Group of Chinese Ophthalmologist Association. Expert consensus on dry eye in China: dry eye related to eye surgery (2021). *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, 2021,57(8):564-572.
[7] Linebarger EJ, Harden DR, Lindstrom RL. Diffuse lamellar keratitis: diagnosis and management. *J Cataract Refract Surg*, 2000,26(7):1072-1077.
[8] Reinstein DZ, Stuart AJ, Vida RS, et al. Incidence and outcomes of sterile multifocal inflammatory keratitis and diffuse lamellar keratitis after SMILE. *J Refract Surg*, 2018,34(11):751-759.
[9] Wang Y, Ma JN, Zhang L, et al. Postoperative corneal complications in small incision lenticule extraction: long-term study. *J Refract Surg*, 2019,35(3):146-152.
[10] Stuart A, Reinstein DZ, Vida RS, et al. Atypical presentation of diffuse lamellar keratitis after small-incision lenticule extraction: Sterile multifocal inflammatory keratitis. *J Cataract Refract Surg*, 2018,44(6):774-779.
[11] Segev F, Mimouni M, Sela T, et al. Risk factors for sporadic diffuse lamellar keratitis after microkeratome laser-assisted *in situ* keratomileusis: a retrospective large database analysis. *Cornea*, 2018,37(9):1124-1129.
[12] Zhao J, He L, Yao PJ, et al. Diffuse lamellar keratitis after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2015,41(2):400-407.
[13] Qin B, Zhao J, Li MY, et al. The comparison of visual outcomes, aberrations, and Bowman's layer micro-distortions after femtosecond laser small-incision lenticule extraction (SMILE) for the correction of high and moderate myopia and myopic astigmatism. *BMC Ophthalmol*, 2019,19(1):138.
[14] 刘云川, 侯臻, 王洪娟, 等. 8600眼SMILE术中术后并发症观察. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2021,23(5):343-347.
[15] Gritz DC. LASIK interface keratitis: epidemiology, diagnosis and care. *Curr Opin Ophthalmol*, 2011,22(4):251-255.
[16] Desautels JD, Moshirfar M, Quist TS, et al. Case of presumed transient light-sensitivity syndrome after small-incision lenticule extraction. *Cornea*, 2017,36(9):1139-1140.
[17] Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*, 2019,19(1):167.
[18] Moshirfar M, Albarracin JC, Desautels JD, et al. Ectasia following small-incision lenticule extraction (SMILE): a review of the literature. *Clin Ophthalmol*, 2017,11:1683-1688.
[19] Liu Y, Zhang Y, Chen YG. Corneal ectasia following small-incision lenticule extraction: a case report. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, 2023,59(6):476-480.

- [20] Cabral–Macias J, la Rosa GGD, Rodríguez–Matilde DF, et al. Pressure–induced stromal keratopathy after laser *in situ* keratomileusis: Acute and late–onset presentations. *J Cataract Refract Surg*, 2018, 44 (10):1284–1290.
- [21] Zheng K, Han T, Li MY, et al. Corneal densitometry changes in a patient with interface fluid syndrome after small incision lenticule extraction. *BMC Ophthalmol*, 2017, 17(1):34.
- [22] Moshirfar M, Somani AN, Vaidyanathan U, et al. Pressure – induced interlamellar stromal keratitis after small – incision lenticule extraction procedure: a case report. *Cornea*, 2020, 39(2):254–257.
- [23] Thulasi P, Kim SW, Shetty R, et al. Recalcitrant epithelial ingrowth after SMILE treated with a hydrogel ocular sealant. *J Refract Surg*, 2015, 31(12):847–850.
- [24] Kamiya K, Takahashi M, Shoji N, et al. Two cases of epithelial ingrowth after small incision lenticule extraction. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2020, 19:100819.
- [25] Lau YT, Shih KC, Tse RH, et al. Comparison of visual, refractive and ocular surface outcomes between small incision lenticule extraction and laser – assisted *in situ* keratomileusis for myopia and myopic astigmatism. *Ophthalmol Ther*, 2019, 8(3):373–386.
- [26] Zhang YJ, Shen Q, Jia Y, et al. Clinical outcomes of SMILE and FS–LASIK used to treat myopia: a meta–analysis. *J Refract Surg*, 2016, 32(4):256–265.
- [27] 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.
- [28] Shetty N, Dadachanji Z, Narasimhan R, et al. Status of residual refractive error, ocular aberrations, and accommodation after myopic LASIK, SMILE, and TransPRK. *J Refract Surg*, 2019, 35 (10): 624–631.
- [29] Qin B, Li MY, Chen X, et al. Early visual outcomes and optical quality after femtosecond laser small – incision lenticule extraction for myopia and myopic astigmatism correction of over – 10 dioptres. *Acta Ophthalmol*, 2018, 96(3):e341–e346.
- [30] Zhao PF, Hu YB, Wang Y, et al. Comparison of correcting myopia and astigmatism with SMILE or FS – LASIK and postoperative higher – order aberrations. *Int J Ophthalmol*, 2021, 14(4):523–528.
- [31] Chan TCY, Wan KH, Kang DSY, et al. Effect of corneal curvature on optical zone decentration and its impact on astigmatism and higher – order aberrations in SMILE and LASIK. *Albrecht Von Graefes Arch Fur Klin Und Exp Ophthalmol*, 2019, 257(1):233–240.
- [32] Xia F, Shen Y, Han T, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) for moderate and high myopia: seven – year outcomes of refraction, corneal tomography, and wavefront aberrations. *J Ophthalmol*, 2020, 2020:3825864.
- [33] Ji YW, Kim M, Kang DSY, et al. Lower laser energy levels lead to better visual recovery after small–incision lenticule extraction: prospective randomized clinical trial. *Am J Ophthalmol*, 2017, 179:159–170.
- [34] 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, 252(5):837–843.
- [35] Blum M, Lauer AS, Kunert KS, et al. 10–year results of small incision lenticule extraction. *J Refract Surg*, 2019, 35(10):618–623.
- [36] Bansal AK, Murthy SI, Maaz SM, et al. Shifting “ectasia”: interface fluid collection after small incision lenticule extraction (SMILE). *J Refract Surg*, 2016, 32(11):773–775.
- [37] Luo J, Yao PJ, Li MY, et al. Quantitative analysis of Microdistortions in Bowman’s Layer using optical coherence tomography after SMILE among different myopic corrections. *J Refract Surg*, 2015, 31 (2):104–109.
- [38] Shetty R, Shroff R, Kaweri L, et al. Intra – operative cap repositioning in small incision lenticule extraction (SMILE) for enhanced visual recovery. *Curr Eye Res*, 2016, 41(12):1532–1538.
- [39] Zhang H, Wang Y, Xie SY, et al. Short–term and long–term effects of small incision lenticule extraction (SMILE) on corneal endothelial cells. *Cont Lens Anterior Eye*, 2015, 38(5):334–338.
- [40] Osman IM, Helaly HA, Abdalla M, et al. Corneal biomechanical changes in eyes with small incision lenticule extraction and laser assisted *in situ* keratomileusis. *BMC Ophthalmol*, 2016, 16:123.
- [41] Pedersen IB, Bak–Nielsen S, Vestergaard AH, et al. Corneal biomechanical properties after LASIK, ReLEx flex, and ReLEx smile by Scheimpflug – based dynamic tonometry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2014, 252(8):1329–1335.