

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2019.01.039

角膜屈光手术后屈光回退的手术治疗进展*

缪 羚 胡毅倩 徐艳春 冯婕妤 朱 煌[△]

(上海交通大学医学院附属新华医院眼科 上海 200092)

摘要: 屈光回退是角膜屈光手术后的并发症之一,其治疗方法主要为药物治疗和手术治疗。对于需要再次手术的患者,应根据初次手术方式、距离初次手术时间、回退度数,在充分评价角膜情况后合理选择增效术,确保手术的安全性和有效性。目前,准分子激光原位角膜磨镶术和飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术是治疗近视和近视散光的主要手术方式。本文就两者术后屈光回退手术治疗的适应症、不同增效术的优缺点及注意事项作一综述。

关键词: 屈光回退;角膜屈光术;增效术

中图分类号:R778.1 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2019)01-180-05

Advance in Surgical Treatment of Refractive Regression after Corneal Refractive Surgery*

MIAO Ling, HU Yi-qian, XU Yan-chun, FENG Jie-yu, ZHU Huang[△]

(Ophthalmology, Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai, 200092, China)

ABSTRACT: Refractive regression is one of the postoperative complications of corneal refractive surgery. The therapies mainly include pharmacotherapy and surgical treatment. For patients who need reoperation, options of enhancement should be made properly after adequate evaluation of corneal condition according to the primary surgical method, the time length since primary operation and the degree of regression, to ensure the safety and effectiveness. At present, the major surgical methods for correction of myopia and myopic astigmatism are laser in situ keratomileusis and small incision lenticule extraction. This article reviews the indications for surgical treatment of refractive regression after both methods, the advantages and disadvantages of different enhancement procedures and their considerations.

Key words: Refractive regression; Corneal refractive surgery; Enhancement

Chinese Library Classification(CLC): R778.1 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2019)01-180-05

前言

角膜屈光手术后屈光回退是一种逐渐发生的、回到术前屈光不正状态的趋势,其发生与角膜前凸、眼内压作用、角膜创伤愈合反应、术后干眼等多种因素有关^[1]。对于回退程度较低的患者,局部应用降眼压药物、糖皮质激素、非甾体类抗炎药等就能取得良好效果,而对于药物治疗作用不佳、主观视觉症状明显的患者需要再次手术。目前,准分子激光原位角膜磨镶术(laser in situ keratomileusis, LASIK)仍为主流术式。随着全准分子激光技术的改进,以经上皮准分子激光角膜切削术(Trans-Epithelial photorefractive keratectomy, TPRK)为代表的表层手术的比例也在逐渐回升。近年来,飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)发展迅速,成为角膜屈光手术的一大热点,再次手术时应根据具体情况合理选择手术方式。

1 LASIK 术后的手术治疗

对于 LASIK 术后的再次手术时机,多数观点认为至少距初次手术 3 个月以上,角膜厚度及屈光状态稳定,最好加上角膜地形图检查结果稳定^[2]。在实行二次手术前,精确测量剩余角膜基质床厚度至关重要。错误的计算会导致对于剩余基质床厚度估计过高或过低,增加术后角膜扩张的风险或不当的排除适合再次手术的患者。目前,有多种设备可测量角膜厚度,包括超声、眼前节光学相干断层扫描(anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT)、共聚焦显微镜、眼前节分析系统等。研究普遍认为角膜剩余基质床厚度应大于 250 μm,提倡保留 280 μm,同时应当注意手术后角膜剩余基质床厚度与手术前角膜总厚度比不小于 1/2^[3],以防止术后角膜膨隆和扩张。增效术的方式有多种,应根据角膜情况、回退度数等多因素选择。

1.1 二次 LASIK

1.1.1 制瓣方法 主要有包括掀原瓣、飞秒激光重新制瓣和微型角膜刀重新制瓣。三种方式各有优缺点。掀原瓣可以避免严重的角膜刀相关的并发症如不完整瓣、纽扣瓣、游离瓣,使再次切削与初次切削在同一平面成为可能^[4],也为可能需要的二次

* 基金项目:上海市科委多中心合作课题(17411950200&17411950206);上海市卫生与计划生育委员会中医药科研基金项目(2014JP015A)

作者简介:缪羚(1991-),硕士研究生,住院医师,主要研究方向:眼科学,电话:18801906408, E-mail: 784578523@qq.com

△ 通讯作者:朱煌,博士,教授,主任医师,主要研究方向:白内障、青光眼、准分子激光手术, E-mail: zhuhuagang@xinhua.com.cn

(收稿日期:2018-03-21 接受日期:2018-04-18)

增效术留有一定的空间,如果患者再次回退,两层角膜瓣平面将使术者选择何层手术平面产生困惑^[5]。掀瓣的潜在问题包括:对瓣边缘机械性的分离会损伤周边的上皮细胞,增加上皮植入的风险;有可能出现上下纤维化、角膜瓣撕裂或角膜瓣微皱褶^[4,5];在距初次手术时间较长的增效手术中掀瓣可能发生困难;原瓣情况不良如不完整瓣、薄瓣、小瓣等情况不适合掀瓣。

重新制瓣的优势:角膜瓣掀起比较困难的患者重新制瓣相对较为容易。相比于微型角膜刀,利用飞秒激光重新制瓣具有独特的优势:角膜瓣厚度均一,待切削的基质面光滑、平整,对角膜的创伤小,角膜上皮和基质反应轻、恢复快^[6],对角膜瓣边缘的垂直切割使上皮细胞的损伤最小化,更有效地减少上皮细胞的移行,上皮植入的可能性降低^[7]。有报道^[8,9]在原角膜瓣上用飞秒激光仅制作垂直的侧切边,可以看作是重新制瓣的变化形式,对于距离初次 LASIK 时间较长掀原瓣有困难、重新制瓣并发症风险高的病例是更为理想的方式^[10]。还有一种称为 mini-flap 的方式,在原角膜瓣的前部内用飞秒激光制作另一厚度和直径更小的角膜瓣,对于前角膜基质不足而角膜瓣相对较厚的患者能够节约角膜基质^[9]。原瓣边缘和外周交界面的粘附保持不动,可减少原瓣移位的风险^[11]。

重新制瓣的缺点:如采用角膜刀制瓣,瓣厚度变异大,即使使用同型号的角膜刀也无法得到稳定的角膜瓣厚度^[5];初次 LASIK 术后角膜曲率变平,角膜厚度变薄,二次切削难度加大,发生瓣穿透的风险增加,穿透原切削平面有最佳矫正视力丢失的可能^[5]。如利用飞秒激光制瓣,虽然可避免这一问题,但与机械刀相比,飞秒激光周边会切得较深,切断更多的神经纤维,理论上增加了干眼的发生率^[6]。如用飞秒激光仅作垂直切边或制作 mini-flap,则无法超过原瓣直径扩大切削区^[9,11]。

1.1.2 注意事项 术前应精确测量角膜厚度,计算切削深度,保证手术的安全性。特别是初次手术角膜瓣情况不详的,必须采用超声、ASOCT 等设备对于原角膜瓣的实际结构进行评估。若为掀原瓣,应先做好角膜周边的记号,使复位更加精准。掀瓣时应动作熟练、轻柔,保持瓣缘上皮切口的整齐,最大限度减少角膜上皮的损伤,复位角膜瓣后的瓣下冲洗应更为仔细,确认没有松脱的上皮陷入瓣边缘下^[5]。若为重新制瓣,应注意避免干扰初次手术的切边,确保正确的识别和分离界面^[7]。切削直径应 ≥ 5 mm,如与初次切削的大小相同则更好,以减少眩光的发生和对敏感度的下降^[10]。

上皮植入是手术的主要并发症之一,若上皮内生侵入视轴可导致显著的视力下降,引入散光,甚至发生角膜瓣溶解或坏死。上皮植入的危险因素包括:术中上皮破损,上皮基底膜营养障碍,角膜瓣不稳定,术中操作不当,复发性角膜糜烂,使用绷带镜等。一旦发生临床显著的上皮植入,及时清除角膜瓣背面和基质床的上皮细胞,还可辅助行 YAG 激光,角膜瓣缝合,纤维蛋白胶粘合等^[10]。

1.2 准分子激光上皮下角膜磨镶术 (Laser subepithelial keratomileusis, LASEK)

LASIK 角膜瓣厚度约 130-160 μm , 主要包括约 50 μm 角膜上皮、10 μm 前弹力层和约 70-100 μm 的剩余前角膜基质。从理论上讲,在角膜瓣上行 LASEK 治疗可供矫正约 -5.00 D

以内的近视^[12]。由于不减少角膜后基质层厚度,LASEK 尤其适用于 LASIK 术后无足够的剩余角膜基质床不能再次行 LASIK 治疗的患者、LASIK 多年后再次掀原瓣有困难者^[13]。为了强调在原角膜瓣上进行 LASEK 治疗,不再切削角膜后基质床,应详细了解原角膜瓣的厚度以便精确计算出矫正的屈光度及切削深度^[12]。

术中对于酒精的浓度及作用时间应严格控制。有研究表明酒精作用角膜上皮的时间一般为 30-35 秒,可示情况缩短到 18-25 秒,有利于角膜上皮瓣保持较高活性,大大减轻术后角膜上皮基质反应^[12]。角膜上皮瓣复位后应行层间冲洗去除杂质,并确保角膜上皮瓣严格对位。有研究^[14]显示预计矫正屈光度 >2.00 D 与显著 haze 发生有关,因此,对于矫正 >2.00 D 的回退,建议在二次 LASEK 术中采用丝裂霉素(Mitomycin, MMC)抑制 haze 发生。

1.3 准分子激光屈光性角膜切削术(photorefractive keratectomy, PRK)和 TPRK

以 PRK 作为增效术的早期研究中,一些病例术后出现严重的 haze^[15],后因 PRK 术中 MMC 的应用术后 haze 概率降低,视力提高,总体上结果满意。PRK 可避免术后角膜扩张及角膜瓣相关的并发症,对于剩余基质床薄的患者尤其适用^[10]。术中 MMC 的应用时间从 30 秒至 2 分钟不等,更短的持续时间可能不利于 haze 的预防^[16]。另外应注意有报道^[17,18]称 MMC 应用后内皮细胞数量有显著性减少,不适合用于内皮细胞数量少的患者^[10]。感染性角膜炎、显著 haze、更频繁的回退、不规则散光和过矫是主要的术后并发症。多项研究比较再次 LASIK 与 PRK 的优缺点,LASIK 的预测性更好^[19],PRK 术后更易发生感染^[20,21]。

传统的 PRK 以酒精或机械法去除角膜上皮,近几年出现的 TPRK 可以一步完成上皮切削和屈光矫正,是优化的表层切削术。TPRK 上皮愈合速度更快,术后疼痛症状减轻,haze 的可能性更小,全程与眼球无接触,减少了医源性像差的出现。用于屈光回退后再治疗也取得良好的效果,还能利用其多种治疗模式,如消像差切削、角膜波前或全眼波前像差引导的切削,有助于获得准确可靠的个体化切削效果。

1.4 角膜瓣背面基质切削术

角膜瓣背面基质切削术是掀开原角膜瓣后对角膜瓣背面基质进行激光切削,以矫正残余屈光度。目前研究普遍认为 LASIK 术后角膜生物力学的稳定性主要是由角膜基质床厚度决定的,角膜瓣的厚度不起决定作用。因此,理论上,在角膜瓣背面基质进行激光切削不会增加角膜膨隆的风险^[22],主要适用于用角膜刀制作的角膜瓣较厚、角膜基质床较薄的屈光回退患者。但由于角膜瓣背面激光切削无法进行主动瞳孔跟踪,且角膜瓣和基质床两个切削中心难以完全准确地重合,可能给手术的安全性和术后视觉质量带来潜在风险。若激光切削损伤 Bowman's 层,可发生显著的角膜瓣皱褶和术后视力的丢失,推荐角膜瓣厚度应大于 150 μm ^[10]。

术前,尽可能取得初次 LASIK 的资料,术中掀瓣前、掀瓣后多次测定角膜中央厚度,评估角膜瓣厚度和角膜基质床厚度。为避免激光过度切削损伤前弹力层,应控制好切削深度,切削后剩余的角膜瓣总厚度不小于 90 μm ;掀瓣前角膜表面瞳孔

中心定位是关键,掀开角膜瓣后应将其铺平避免皱褶^[23]。在原剩余基质床厚度允许的情况下,可将散光作用于原基质床上,剩余的单纯球镜治疗量在角膜瓣背面基质层切削,以尽量减少散光轴向引起的误差而影响术后效果^[22]。有研究指出为提高术后视觉质量、保持术后屈光状态的稳定性,在角膜瓣上进行切削,光学区不能太小,以 ≥ 6.0 mm 为宜^[24]。

1.5 有晶状体眼后房型人工晶状体 (implantable collamer lens, ICL) 植入

对于因角膜厚度过薄、屈光度过高等因素不宜实行再次角膜屈光手术的屈光回退患者,ICL 植入术也是一种安全有效的方式,能够保证角膜完整性,避免角膜二次创伤。早期,Leccisotti A^[25]对 PRK 和 LASIK 术后近视回退的 12 眼植入房角支撑型有晶体眼人工晶状体(phakic IOLs, pIOL),取得了良好的效果。随着 pIOL 的发展,后房型 pIOL 更多的用于临床,ICL 矫正角膜屈光术后屈光不正的研究逐渐增多。近来有多项研究^[26-28]表明,对于之前行 RK、PRK、LASIK 或 LASEK 后近视回退的病例,ICL 植入术安全有效。虽然患者经历了不同种类的角膜屈光手术,但共同点是角膜变平、眼内结构保持完整,因此 ICL 植入术的结果不依赖于之前的角膜手术。术后眼压维持在安全范围内,角膜内皮计数相对稳定,不会对角膜二次损伤,在某些情况下 ICL 植入术可能优于角膜增效术^[27]。

1.6 波前优化和波前引导的切削术

波前像差相关的个性化治疗是提高屈光手术视觉质量的热门技术。波前优化 (wavefront-optimized, WFO) 旨在保留眼球原有的光学像差,并优化角膜的非球面性,从而建立一个基于理想模型的个体化调整措施。波前引导 (wavefront-guided, WFG) 技术基于每一眼独特的高阶和低阶像差进行个体化切削治疗,去除影响视觉质量的高阶像差,可达到更好的视觉效果。至今已有许多研究^[29-31]表明采用 WFG 或 WFO 进行初次或再次治疗在安全性、预测性和有效性上都能获得良好的结果。

1.7 其他

飞秒激光辅助的基质内散光角膜切开术 (femtosecond laser-assisted intrastromal astigmatic keratotomy) 能在基质内行成对切开,切口位置精确度更高,手术时间更快,上皮创伤减少,用于矫正屈光术后混合散光和角膜地形图上的异常。角膜内基质环植入可矫正小度数的近视,促进屈光稳定性,对于 LASIK 术后角膜扩张患者应联合角膜交联术^[10]。

2 SMILE 术后的手术治疗

SMILE 是屈光领域的新起之秀,2012 年在欧洲和亚洲临床可用,2016 年 9 月被美国 FDA 批准。迄今为止,全世界范围内已实行超过 60 万例 SMILE。文献报道的 LASIK 术后增效术比率从 5% 到 28% 不等^[32]。与 LASIK 相比,SMILE 仅需制作一个小切口,提高了角膜的完整性,无需准分子切削,术后上皮重塑和基质愈合反应更轻微,因此屈光回退的发生率较 LASIK 更低。Reinstein 等^[33]报道了 SMILE 治疗低度近视后增效术比例为 4%。Liu YC 等^[34]报道的比例更低,为 2.7%。他们通过分析行 SMILE 的 524 眼以及行增效术的 14 眼,发现 SMILE 术后增效术的危险因素为:年龄 >35 岁,术前显然验光等效球镜度 (MRSE) >6.00 D,术前近视 >6.00 D,术前散光 >3.00 D,术中脱

负压吸引。

SMILE 术后增效术方式包括 PRK 或 LASEK 等表层切削,将 SMILE 的角膜帽转换为完整的角膜瓣,掀瓣后行准分子切削,在角膜帽界面的上方或下方行二次 SMILE,在角膜帽界面的上方行薄瓣 LASIK 及 ICL^[32]。

2.1 表层切削

2014 年, Ivarsen 和 Hjortdal^[35]报道了 5 人 SMILE 术后行角膜地形图引导的 PRK 增效术,其中 2 人由于未使用 MMC 有显著的基质 haze。Liu YC 等^[34]在 PRK 增效术中常规应用 MMC,无一人随访期间发生 haze。最近的一项多中心研究^[36]在 SMILE 术后再治疗中使用了 4 种表面切削程序:组织节省程序 (tissue-saving algorithm, TSA)、角膜地形图引导程序 (topography-guided algorithm)、非球面优化程序 (aspherically optimized profile, ASA) 和最新引进的 3A 高级切削程序 (Triple-A advanced ablation algorithm)。Triple A、TSA 和 topography-guided algorithms 的效果良好,精确度上无显著差异,而使用 ASA 的 2 眼均过矫。

表层切削操作简单,保留了无瓣手术的优势。SMILE 和表层切削对于角膜生物力学和泪膜稳定性都比 LASIK 影响更小。为了减少 haze 的发生,应考虑使用 MMC。由于可能发生迟发性 haze,因此需要更长时间的随访来评估其最终的安全性。

2.2 VisuMax[®] Circle 制作角膜瓣

Carl Zeiss Meditec 提供了一种方法,用 VisuMax[®] 软件内的 circle 模式,可让初次 SMILE 的角膜帽转变为类似 LASIK 的角膜瓣。共有 3 步,包括:①在原 SMILE 囊袋的上方、下方或邻近平面制作层间环 (a lamellar ring);②带蒂的侧切边 (side cut with hinge);③连接切割 (a junction cut)。Riau 等^[32]研究了 4 种不同的 VisuMax[®] circle 模式,对 6 只新西兰白兔先行双眼 SMILE -6.00 D 球镜矫正,28 天后,在 12 眼上使用 4 种 circle 模式中的 1 种制作角膜瓣,评价掀瓣的难易程度。在这一动物模型中,模式 D 是最佳的制瓣形式。模式 D 的层间环与原角膜帽-基质床交界面深度相同,制作的角膜瓣掀瓣容易,类似于掀起飞秒激光制作的 LASIK 角膜瓣,扫描电镜显示角膜床未破坏,层间环和角膜帽-基质床交界面的过渡光滑。Chansue 等^[37]对于 27 例 SMILE 术后屈光不正用此方法进行增效术,进一步证实了 circle 模式 D 适合在 SMILE 术后增效术中制作角膜瓣。

需要注意的是,为了确定 circle 模式的参数,必须要测量原交界面的实际深度,以保证飞秒激光切口与原角膜帽切口相交,使掀瓣更容易;当原交界面难以识别而不能测量深度时,可使用初次 SMILE 设定的角膜帽切口深度来设置 circle 的参数^[32]。此外,用此方法制作的角膜瓣可随着距初次手术时间增加而掀瓣难度增加。

2.3 其他

在初次 SMILE 交界面的前方或后方行二次 SMILE 也是可行的,原则是避免新界面和原有界面的干扰。由于需要制作一定厚度的微透镜,矫正的等效球镜度至少要 1.00 D^[38]。有病例报道^[39]一种改进的方法称为角膜帽下方微透镜取出 (sub-cap-lenticule extraction, SubCap-LE),我们将初次 SMILE 的交界面作为新透镜的上表面,飞秒激光只要做下表面和侧边

切割,制作在原微透镜下方的另一微透镜。术后视力显著提高,表明了 SMILE 术后行 SubCap-LE 增效术的可行性。在初次 SMILE 界面之前行薄瓣 LASIK,应注意角膜瓣厚度的选择,以避免穿过增厚的上皮或初次 SMILE 交界面^[3]。由于 SMILE 术后残余屈光不正一般较低,植入 ICL 对于再治疗而言不是常用技术^[32]。

2.4 不同术式的比较

Riau 等^[38]在动物模型中对 15 只新西兰白兔先行双眼 SMILE, -6.00 D 球镜矫正, 2 周后分 3 种方式行 -1.00 D 增效术: VisuMax Circle 模式 D+ 准分子切削 (S+C); 二次 SMILE (S+SE); 表层切削(S+P), 观察 28 天。结果显示每一种手术方式引起的角膜基质反应各不相同。S+P 免于制作角膜瓣,技术上更简单,但是 S+P 带来的炎性反应、细胞凋亡和上皮 haze 更甚于单纯 PRK, 表明 MMC 必须作为 SMILE 增效术表层切削的补充,以更好的调节创伤愈合反应。S+SE 的炎症反应和细胞死亡最少,故角膜结构更稳定,同时也维持了角膜无瓣状态,但其手术难度大于 S+C 和 S+P, 矫正 1D 约等于 13 μm 微透镜的厚度,小于 13 μm 的微透镜可能太薄而难以取出。S+SE 的另一问题是两次角膜帽 - 基质交界面之间可能造成干扰。SMILE 角膜帽最小和最大深度目前限制为 110 μm 和 160 μm , 如初次 SMILE 交界面深度在 110-130 μm , 则不可能在原交界面的上方行二次 SMILE。

总的来说, SMILE 术后选择何种增效术取决于以下因素: 初次 SMILE 角膜帽深度、初次手术后剩余基质床厚度、需要矫正的屈光度数、是近视还是远视增效术、对术后恢复时间的要求,患者是否要求维持无瓣手术^[38]。

3 总结

屈光回退作为角膜屈光手术后的并发症并不少见,影响手术的预测性、有效性和长期稳定性。部分患者可以通过药物治疗获得良好的疗效,仍有一定数量的患者需要行增效术以改善视力和视觉质量。手术治疗前,对于初次手术的充分分析、完善的术前检查、剩余基质床的厚度的评估非常重要。LASIK 术后增效术的方式多样,二次 LASIK 可选择掀瓣或重新制瓣,飞秒激光辅助技术将为手术带来更多便利;表层手术尤其是 TPRK 同样效果良好,角膜厚度不够的患者还可通过 ICL 植入获益。SMILE 术后最佳的增效术方法选择仍然具有争议,在角膜帽较厚的情况下,可在原角膜帽界面之上制作薄瓣或行二次 SMILE,在角膜帽薄的情况下,可行表层切削或将角膜帽变换为角膜瓣,但还需要更多的研究和更长时间的观察。

参考文献(References)

[1] 吴和芬,付玲玲. LASIK 术后屈光回退的相关因素分析 [J]. 中国实用眼科杂志, 2013, 31(5): 509-511
Wu He-fen, Fu Ling-ling. Analysis of correlation factor in regression after LASIK[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2013, 31(5): 509-511

[2] 沈政伟,姜黎,吴金桃,等. 近视眼二次 LASIK 手术临床疗效分析 [J]. 国际眼科杂志, 2010, 10(1): 83-84
Shen Zheng-wei, Jiang Li, Wu Jin-tao, et al. Clinical effect of laser in situ keratomileusis retreatment on myopia[J]. Int J Ophthalmol, 2010, 10(1): 83-84

[3] 李莹. 屈光性角膜手术后的角膜并发症[J]. 中华眼科杂志, 2005, 41(6): 560-562
Li Ying. Corneal complications following refractive corneal surgery [J]. Chin J Ophthalmol, 2005, 41(6): 560-562

[4] Bragheeth MA, Fares U, Dua HS. Re-treatment after laser in situ keratomileusis for correction of myopia and myopic astigmatism [J]. Brit J Ophthalmol, 2008, 92(11): 1506-1510

[5] 王红俊,莫纯坚. 掀瓣行 LASIK 提升术的临床疗效分析 [J]. 国际眼科杂志, 2012, 12(6): 1125-1127
Wang Hong-jun, Mo Chun-jian. Clinical curative effect of lifting flaps for LASIK enhancement[J]. Int Eye Sci, 2012, 12(6): 1125-1127

[6] 赵志国,楚媛,李忠庆,等. LASIK 术后再次手术时应用飞秒激光再制瓣与用原瓣的比较研究 [J]. 眼科新进展, 2016, 36(12): 1168-1171
Zhao Zhi-guo, Chu Yuan, Li Zhong-qing et al. Comparative study between femtosecond laser flap and opening original flap in retreatment of after-LASIK myopia [J]. Rec Adv Ophthalmol, 2016, 36(12): 1168-1171

[7] Güell JL, Elies D, Gris O, et al. Femtosecond laser-assisted enhancements after laser in situ keratomileusis. [J]. J Cataract Refract Surg, 2011, 37(11): 1928-1931

[8] Coskunseven E, Kymionis GD, Grentzelos MA, et al. Femtosecond LASIK retreatment using side cutting only [J]. J Refract Surg, 2012, 28(1): 37-41

[9] Vaddavalli PK, Yoo SH, Diakonis VF, et al. Femtosecond laser-assisted retreatment for residual refractive errors after laser in situ keratomileusis [J]. J Cataract Refract Surg, 2013, 39(8): 1241-1247

[10] Moshirfar M, Jehangir N, Fenzl CR, et al. LASIK Enhancement: Clinical and Surgical Management [J]. J Refract Surg, 2017, 33(2): 116-127

[11] Garciazgonzalez M, Teus MA. Creation of a new femtosecond laser-assisted mini-flap to enhance late regression after LASIK. [J]. J Refract Surg, 2013, 29(8): 564-568

[12] 谷保民, 马元孝, 李庆国. LASEK 治疗 LASIK 术后屈光异常的临床研究 [J]. 中国实用眼科杂志, 2007, 25(3): 324-326
Gu Bao-min, Ma Yuan-xiao, Li Qing-guo. Laser-assisted subepithelial keratomileusis (LASEK) for correction of irregular refractive error after laser in situ keratomileusis (LASIK)[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2007, 25(3): 324-326

[13] Saeed A, O'Doherty M, O'Doherty J, et al. Laser-assisted subepithelial keratectomy retreatment after laser in situ keratomileusis [J]. J Cataract Refract Surg, 2008, 34(10): 1736-1741

[14] Cagil N, Aydin B, Ozturk S, et al. Effectiveness of laser-assisted subepithelial keratectomy to treat residual refractive errors after laser in situ keratomileusis [J]. J Cataract Refract Surg, 2007, 33(4): 642-647

[15] Carones F, Vigo L, Carones AV, et al. Evaluation of photorefractive keratectomy retreatments after regressed myopic laser in situ keratomileusis[J]. Ophthalmology, 2001, 108(10): 1732-1737

[16] Liu A, Manche EE. Visually significant haze after retreatment with photorefractive keratectomy with mitomycin-C following laser in situ keratomileusis[J]. J Cataract Refract Surg, 2010, 36(9): 1599-1601

- [17] Nassiri N, Farahangiz S, Rahnavardi M, et al. Corneal endothelial cell injury induced by mitomycin-C in photorefractive keratectomy: nonrandomized controlled trial [J]. J Cataract Refract Surg, 2008, 34(6): 902-908
- [18] Morales AJ, Zadok D, Mora-Retana R, et al. Intraoperative mitomycin and corneal endothelium after photorefractive keratectomy [J]. Am J Ophthalmol, 2006, 142(3): 400-404
- [19] Jr AR, Wilson S. LASIK vs LASEK vs PRK: advantages and indications[J]. Semin Ophthalmol, 2003, 18(1): 2-10
- [20] De RV, Llovet F, Martáñez M, et al. Infectious keratitis in 18, 651 laser surface ablation procedures[J]. J Cataract Refract Surg, 2011, 37(10): 1822-1831
- [21] Fernando L, Victoria DR, Emanuela I, et al. Infectious keratitis in 204 586 LASIK procedures[J]. Ophthalmology, 2010, 117(2): 232-238
- [22] 龙克利, 李魁雁. 角膜瓣背面基质切削治疗 LASIK 术后屈光回退的安全性和有效性[J]. 国际眼科杂志, 2014, 14(6): 1119-1121
Long Ke-li, Li Su-yan. Safety and efficacy of undersurface ablation of the flap for regression after LASIK [J]. Int Eye Sci, 2014, 14(6): 1119-1121
- [23] 陈兵, 金露, 陈建军. 准分子激光角膜瓣背面磨镶术治疗 LASIK 术后屈光欠矫和回退 [J]. 中华眼外伤职业眼病杂志, 2008, 30(5): 385-387
Chen Bing, Jin Lu, Chen Jian-jun. Laser in undersurface flap keratomileusis after undercorrected laser in situ keratomileusis [J]. Chin J Ocul Traum Occupat Eye Dis, 2008, 30(5): 385-387
- [24] 蒋炎云, 黄馨仪. 角膜瓣上行准分子激光切削治疗 LASIK 术后屈光回退的临床研究[J]. 临床眼科杂志, 2012, 20(1): 26-29
Jiang Yan-yun, Huang Xin-yi. Randomized prospective clinical study ablation on flap with refract regression in fellow eyes after laser in situ keratomileusis[J]. J Clin Ophthalmol, 2012, 20(1): 26-29
- [25] Leccisotti A. Bioptics: where do things stand? [J]. Curr Opin Ophthalmol, 2006, 17(4): 399-405
- [26] 栗静, 刘磊, 王虎杰, 等. ICL 植入术矫正角膜屈光手术后屈光回退观察[J]. 中国实用眼科杂志, 2014, 32(9): 1082-1085
Li Jing, Liu Lei, Wang Hu-jie, et al. Clinical observation of implantation of implantable collamer lens for refractive regression after excimer laser photorefractive keratectomy [J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2014, 32(9): 1082-1085
- [27] Chen X, Wang XY, Zhang X, et al. Implantable collamer lens for residual refractive error after corneal refractive surgery [J]. Int J Ophthalmol, 2016, 9(10): 1421-1426
- [28] Martí nescuer B, Alfonso JF, Esteveataboada JJ, et al. Implantation of Implantable Collamer Lenses After Radial Keratotomy [J]. J Refract Surg, 2017, 33(6): 395-398
- [29] Broderick KM, Sia RK, Ryan DS, et al. Wavefront-optimized surface retreatments of refractive error following previous laser refractive surgery: a retrospective study[J]. Eye Vis, 2016, 3(1): 3
- [30] Schallhorn SC, Venter JA, Hannan SJ, et al. Flap lift and photorefractive keratectomy enhancements after primary laser in situ keratomileusis using a wavefront-guided ablation profile: Refractive and visual outcomes [J]. J Cataract Refract Surg, 2015, 41(11): 2501-2512
- [31] Mohamed EM, Arciniega JC, Mcculley JP, et al. Laser In Situ Keratomileusis Retreatment with Wavefront-Optimized Technique after Primary Wavefront-Guided LASIK: Proof of Concept [J]. Vis Pan-Am, 2013, 12(4): 106-110
- [32] Riau AK, Ang HP, Lwin NC, et al. Comparison of Four Different VisuMax Circle Patterns for Flap Creation After Small Incision Lenticule Extraction[J]. J Refract Surg, 2013, 29(4): 236-244
- [33] Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, et al. Outcomes of small incision lenticule extraction (SMILE) in low myopia.[J]. J Refract Surg, 2014, 30(12): 812-818
- [34] Liu YC, Rosman M, Mehta JS. Enhancement after Small-Incision Lenticule Extraction: Incidence, Risk Factors, and Outcomes [J]. Ophthalmology, 2017, 124(6): 813-821
- [35] Ivarsen A, Hjortdal JØ. Topography-guided photorefractive keratectomy for irregular astigmatism after small incision lenticule extraction[J]. J Refract Surg, 2014, 30(6): 429-432
- [36] Siedlecki J, Luft N, Kook D, et al. Enhancement After Myopic Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) Using Surface Ablation.[J]. J Refract Surg, 2017, 33(8): 513-518
- [37] Chansue E, Tanehsakdi M, Swasditutra S, et al. Safety and efficacy of VisuMax? circle patterns for flap creation and enhancement following small incision lenticule extraction [J]. Eye Vis, 2015, 2(1): 1-7
- [38] Riau AK, Liu YC, Lim CHL, et al. Retreatment strategies following Small Incision Lenticule Extraction (SMILE): In vivo tissue responses [J]. PLoS One, 2017, 12(7): e0180941
- [39] Donate D, Thaëron R. Preliminary Evidence of Successful Enhancement After a Primary SMILE Procedure with the Sub-Cap-Lenticule-Extraction Technique [J]. J Refract Surg, 2015, 31(10): 708-710

(上接第 94 页)

- [28] 贾丽娜, 钱进, 潘磊, 等. 心房纤颤患者超敏 C 反应蛋白、白细胞介素 6、肿瘤坏死因子 α 水平测定 [J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(7): 1744-1746
Jia Li-na, Qian Jin, Pan Lei, et al. Determination of hs-CRP, IL-6 and TNF- α in patients with atrial fibrillation [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2014, 34(7): 1744-1746
- [29] Wang H, Liu C, Mei X, et al. Berberine attenuated pro-inflammatory factors and protect against neuronal damage via triggering oligodendrocyte autophagy in spinal cord injury[J]. Oncotarget, 2017, 8(58): 98312-98321
- [30] 胡峻强, 张善芳. 参松养心胶囊治疗急性冠状动脉综合征合并心律失常的疗效观察[J]. 医学临床研究, 2015, 32(5): 922-924
Hu Jun-qiang, Zhang Shan-fang. Efficacy of Shensongyangxin Capsules for Patients with Acute Coronary Syndrome Complicated Arrhythmia[J]. Journal of Clinical Research, 2015, 32(5): 922-924