

## · 标准与规范探讨 ·

## 中国激光角膜屈光手术并发症防治专家共识(2024 年)

中华医学会眼科学分会角膜病学组

通信作者:史伟云,山东第一医科大学附属眼科研究所 山东第一医科大学附属眼科医院(山东省眼科医院) 山东省眼科学重点实验室-省部共建国家重点实验室培育基地山东第一医科大学眼科学院,济南 250021, Email: wysi@sdfmu.edu.cn

**【摘要】** 激光角膜屈光手术在我国开展 30 余年,手术的安全性、有效性、可预测性以及远期疗效的稳定性,均已得到临床证实,成为矫正成人近视眼等屈光不正的主要方法,尤其随着技术不断进步,手术量逐年大幅度提升。虽然严重手术并发症少见,但手术并发症一旦发生,将影响患者的视力和视觉质量,必须给予及时有效规范的处理。为此,中华医学会眼科学分会角膜病学组组织该领域相关专家学者,根据我国临床特点,围绕激光角膜屈光手术中的角膜相关并发症,针对其预防、诊断和治疗,达成共识性意见,以期指导临床进一步提高手术疗效和患者满意度。

**【关键词】** 屈光外科手术; 手术后并发症; 诊疗准则(主题)

**基金项目:**国家自然科学基金(82271058);山东省重点研发计划(2022CXGC010505);泰山学者攀登计划(tspd20221110)

**Chinese expert consensus on the prevention and treatment of complications of laser corneal refractive surgery (2024)**

Cornea Group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association

Corresponding author: Shi Weiyun, Eye Institute of Shandong First Medical University, Eye Hospital of Shandong First Medical University (Shandong Eye Hospital), State Key Laboratory Cultivation Base, Shandong Provincial Key Laboratory of Ophthalmology, School of Ophthalmology, Shandong First Medical University, Jinan 250021, China, Email: wysi@sdfmu.edu.cn

**【 Abstract 】** Laser corneal refractive surgery has been carried out in China for three decades. The safety, efficacy, predictability, and long-term stability of the surgery have been well established. In the past 10 years, with the wide use of small incision lenticule extraction (SMILE) and trans-epithelial photorefractive keratectomy (T-PRK), the number of corneal laser surgeries in China has increased significantly. Although severe postoperative complications are rare, there is still the possibility of complications. Once complications occur and are not treated in time and effectively, the visual acuity and visual quality of patients would be affected. Paying attention to preoperative risk factors, standardization of the surgery procedure, and timely diagnosis and treatment of postoperative complications can minimize the negative effects. Therefore, the Cornea Group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association has organized experts and scholars in this field to establish a consensus on the prevention and treatment of complications in laser corneal refractive surgery, providing guidance for the related clinical work.

**【 Key words 】** Refractive surgical procedures; Postoperative complications; Practice guidelines as topic

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (82271058); Key Research &

DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20240123-00041

收稿日期 2024-01-23 本文编辑 黄翊彬

引用本文:中华医学会眼科学分会角膜病学组. 中国激光角膜屈光手术并发症防治专家共识(2024 年)[J]. 中华眼科杂志, 2024, 60(10): 804-812. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20240123-00041.



Development Program of Shandong Province (2022CXGC010505); Mount Tai Scholars Climbing Program (tspd20221110)

激光角膜屈光手术是一类主要针对成人屈光不正的矫正方法,也是目前最主要的屈光不正矫正手术方式,在我国已经开展 30 余年,其目的是采用激光对角膜进行操作,使患者矫正屈光状态,获得良好的裸眼视力。

激光角膜屈光手术根据激光作用的界面可分为表层切削手术和板层切削手术两大类。其中,表层切削手术主要包括准分子激光屈光性角膜切削术 (photorefractive Keratectomy, PRK)、经上皮准分子激光屈光性角膜切削术 (trans-epithelial photorefractive keratectomy, tPRK)、准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术 (laser assisted subepithelial keratomileusis, LASEK)、机械法准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术 (epipolis laser in-situ keratomileusis, Epi-LASIK); 板层切削手术主要包括准分子激光原位角膜磨镶术 (laser in-situ keratomileusis, LASIK)、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)、飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE)<sup>[1]</sup>。

这两大类手术在解剖学原理、手术操作、组织恢复等方面存在较大差异,因而其对应的主要并发症各不相同。随着手术安全性及精确性不断提高,严重并发症发生率降低,如继发性角膜扩张的发生率为 0.02%~0.60%<sup>[2]</sup>,角膜上皮雾状混浊 (haze) 的发生率为 0.3%~3.0%<sup>[3-4]</sup>,角膜上皮植入 (epithelial Ingrowth, EI) 的发生率为 2%~5%<sup>[5-7]</sup>,弥漫性层间角膜炎 (diffuse lamellar keratitis, DLK) 的发生率约为 0.76%<sup>[8]</sup>,术后感染的发生率约为 0.04%<sup>[9]</sup>。手术并发症一旦发生,将影响患者的视力和视觉质量,需要积极给予有效的应对措施,使并发症能得到及时治疗,并获得良好的视功能。因此,中华医学会眼科学分会角膜病学组针对激光角膜屈光手术角膜相关并发症的诊断和治疗进行讨论,达成共识性意见,以进一步规范手术并发症的防治<sup>[10-12]</sup>。

#### 一、表层切削手术的主要并发症

表层切削手术后视觉波动和眼部使用糖皮质激素的时间相对较长,其主要并发症与角膜上皮愈合及激光面愈合反应密切相关。

#### (一)角膜上皮延迟愈合

1. 定义:术后 3 d 角膜上皮未愈合。

2. 原因:既往有干眼、睑板腺功能障碍、角膜上皮基底膜营养不良、糖尿病、自身免疫性结缔组织病以及长期戴角膜接触镜史等的患者,术后易出现角膜上皮延迟愈合。

3. 预防:

(1)对于术前有中重度干眼、睑板腺功能障碍、糖尿病的患者,给予对因治疗。对于高危人群,术后重视保护眼表,依据情况加用凝胶剂型眼表保护剂,促进角膜上皮尽快愈合。

(2)对于长期戴角膜接触镜、角膜缘新生血管多、角膜上皮粗糙的患者,建议延长戴角膜绷带镜的时间(约 7 d)。

(3)对于行重睑、开眼角等眼睑手术后眼睑闭合不良的患者,延期手术。

(4)对于自身免疫性结缔组织病患者,尽量不选择手术。手术须在全身疾病控制稳定的情况下进行。对于角膜上皮基底膜营养不良的患者,术前较难诊断,术中一旦发现角膜上皮组织存在异常,应注意减小手术创面,避免过大面积去除角膜上皮,术后延长角膜绷带镜的使用时间。

4. 治疗:

(1)眼部使用促角膜上皮修复药物,如玻璃酸钠滴眼液、小牛血去蛋白提取物滴眼液或眼用凝胶、生长因子类滴眼液等,可联合使用上述几种药物。

(2)对于伴有眼表炎性反应、角膜上皮浅基质混浊的患者,眼部使用抗生素、低浓度糖皮质激素、免疫抑制剂,如 0.02% 氟米龙滴眼液、0.05% 环孢素 A 滴眼液。对于轻度炎性反应的患者,给予非甾体类抗炎药。

(3)对于大片状角膜上皮缺损或角膜知觉下降的患者,除上述治疗外,可加用 20%~40% 自体血清治疗,或戴湿房镜或角膜绷带镜<sup>[13]</sup>。

(4)对于角膜上皮大面积缺损伴有角膜基质混浊的患者,可考虑局部刮除角膜上皮后覆盖羊膜,甚者临时或永久性缝合眼睑。

#### (二)haze

1. 定义:在角膜上皮切口区出现的上皮与基质交界面下的过强基质愈合反应和雾状混浊,是表

层切削手术后的主要并发症。通常术后 10 d 或以上出现,1 个月达到高峰,持续 3 个月。临床表现为不同程度视力下降,屈光度数回退,出现不规则散光和角膜不同程度混浊<sup>[14]</sup>。根据 Fantes 分级法,从轻至重度分为 0~4 级。多数患者术后出现轻度 haze,常规药物治疗后可消退,且越早期治疗越易消退。个别患者可二次出现。

## 2. 原因:

(1)角膜切削深度大导致创面愈合迟缓:如近视度数高、散光度数高,切削区大导致切削组织多,切削位置深;切削面不光滑,裸露时间长;创面愈合延迟,炎症反应因子聚集等。

(2)糖皮质激素用量不足:术后因眼压高过早停用糖皮质激素或减少用量,自行停药或失访。

(3)干眼和特异体质:如合并干眼,术后长时间闭眼休息、瞬目少,过敏或瘢痕体质等。

(4)眼外伤和紫外线照射:如术后早期眼外伤导致角膜上皮愈合障碍,夏季户外紫外线照时间长等。

(5)眼部病原体感染:部分角膜上皮愈合延迟患者易合并发生眼部病原体感染,可导致角膜创面发生继发性角膜混浊反应。

应注意随访观察。随术后时间推移,轻度 haze 可逐渐消退;重度 haze 需要给予糖皮质激素冲击治疗。高度近视眼患者,术前明确瘢痕体质患者以及术后长期、强烈紫外线暴露者是高危人群<sup>[15-16]</sup>。

## 3. 预防:

(1)术前筛选高危人群:对于高度近视眼、瘢痕体质、中度干眼、痤疮、户外活动多、容易失访等 haze 高发人群,不建议选择表层切削手术。对于糖皮质激素敏感、青光眼、家族中有激素性高眼压者等,术后需要加强随访。

(2)术中去除角膜上皮面积不宜过大,激光切削过程中适当停顿,局部使用冰水冲洗,术后戴角膜绷带镜。高度近视眼患者必要时术中可酌情使用 0.02% 丝裂霉素。

(3)术后尽量睁眼,避免揉眼和外伤,避免紫外线照射(如戴墨镜,避免在紫外线光照时间长的夏季手术等)。部分迟发患者可在术后 1 年发生 haze,故建议术后 1 年内户外活动须注意做好紫外线防护工作。

(4)眼部使用糖皮质激素,同时使用抗生素,以避免病原体感染。

## 4. 治疗:

(1)轻度 haze(分级<1 级):对视力影响不明显,常规眼部使用糖皮质激素滴眼液 3 个月后递减用量,通常手术矫正度数越高,糖皮质激素用量越多,用药时间越长。

(2)明显 haze(分级为 2~3 级):眼部规范采用糖皮质激素冲击治疗,是有效方法<sup>[10, 14, 17-18]</sup>。糖皮质激素冲击治疗的注意点:①强调选择穿透性差的糖皮质激素(如 0.1% 氟米龙滴眼液);②分级在 3 级以上的 haze 采用冲击治疗,增加糖皮质激素浓度和用药次数(如 1% 醋酸泼尼松龙滴眼液);③监测眼压,若眼压升高可眼部使用 1 种或联合使用多种降眼压药物,必要者可口服降眼压药物。

(3)重度 haze(分级为 4 级):除上述治疗外,对于糖皮质激素治疗时间 1 年及以上仍存在明显影响视力的 haze 且角膜厚度正常的患者,可考虑行准分子激光治疗性角膜切削术(phototherapeutic keratectomy, PTK)消除混浊(不是首选方法),术毕酌情使用 0.02% 丝裂霉素,准分子激光 PTK 术后眼部仍需要使用糖皮质激素约 3 个月,之后递减用量。

(4)注意治疗干眼和预防激素性高眼压。

## 二、板层切削手术的主要并发症

板层切削手术是目前临床的主流手术。采用激光进行角膜基质层间操作,制作角膜瓣或形成组织透镜。在激光发射、角膜瓣或组织透镜形成、组织透镜分离、组织透镜取出等过程中可能出现问题,甚至出现非预期的严重角膜组织创伤或破坏性并发症。

### (一)大片黑斑或不透明致密气泡层

1. 定义:在飞秒激光扫描时,角膜基质中可出现与扫描区域颜色不同的暗区,也称黑斑,为飞秒激光无法扫描到的区域;也可出现气泡过度积聚,形成不透明气泡层(opaque bubble layer, OBL)。可导致角膜瓣掀开时局部破损、穿通,甚至角膜瓣破裂,或者组织透镜分离、取出困难。

### 2. 原因:

(1)术者操作不熟练或患者过度紧张,反复吸引导致泪膜不均。

(2)角膜上皮不健康、干眼、角膜暴露过久、表面麻醉次数多或时间长、消毒液进入眼内等,导致角膜上皮面干燥或水肿。

(3)手术室温度异常、湿度大、激光能量输出问题等,导致激光能量不稳定。

(4)眼部存在特殊情况,如睑板腺分泌物或结膜囊内异物附着于角膜或负压环表面,角膜厚度偏厚、角膜瘢痕、角膜基底膜营养不良等。

### 3. 预防:

(1)术前评估 OBL 高危人群,对于预防严重并发症十分重要<sup>[19]</sup>。

(2)严格遵守手术操作流程,如术前对患者进行充分的宣传教育,进行必要的注视训练;术中严格遵守洗眼、表面麻醉操作规范,避免消毒液进入眼内和使用过多麻醉药物,缩短手术等待时间等。

(3)调整特殊个体的手术参数,如对于角膜厚度大、屈光度数低、角膜瓣薄、角膜干燥、睑板腺分泌旺盛的患者,可通过减小术中扫描激光点的间距和实时调整激光能量,减少 OBL 发生。

(4)角膜出现水肿、严重干燥,可暂停手术。

(5)激光扫描出现异常,应仔细分离组织,切忌过度用力。

(6)对于位置居中的 1 mm×1 mm 以上的黑斑,可考虑二次扫描或择期手术,避免强行操作导致角膜撕裂或角膜基质损伤,从而严重影响术后视力和视觉质量<sup>[20-24]</sup>。

### 4. 治疗:

(1)出现较大面积黑斑时,建议停止负压吸引,中断激光扫描。

(2)激光扫描区出现小面积黑斑,可能导致组织透镜分离难度增加,因此应小心仔细分离透镜,通常可完成手术。

(3)对于位于角膜光学区中央或面积超过 1 mm×1 mm 的黑斑,建议暂停手术后寻找原因,再择期手术<sup>[20]</sup>。否则过度用力分离角膜层间,可能造成器械尖端穿透角膜表面,使角膜表面不规则愈合,甚至形成瘢痕或斑翳;也可造成组织透镜撕裂。

(4)出现角膜上皮粗糙、眼内油脂等非机械原因引起的黑斑时,可重新启动扫描程序再次行激光扫描,多数可顺利完成手术。

### (二)角膜瓣皱褶、移位、破碎

1. 定义:角膜瓣出现皱褶、移位、破碎,多与需要制作角膜瓣的激光角膜屈光手术有关,SMILE 此类并发症很少。多发生于术后当天及 1 周内;角膜瓣破碎可发生于术中掀开角膜瓣时或术后眼外伤者。

### 2. 原因:

(1)术中角膜层间过度冲洗,手术过度操作,角膜瓣蒂过小,激光扫描不均匀。

(2)术后早期揉眼、挤眼,点用眼用药物制剂时误触角膜等。

(3)运动、眼外伤等使眼部受到碰撞。

### 3. 预防:

(1)术毕建议戴角膜接触镜 1~7 d,以促进角膜切口愈合和减轻不适症状。

(2)术中避免角膜层间过度冲洗和过度操作。

(3)术后早期揉眼或眼部受到碰撞后出现视物异常、视力下降、视物变形或波纹感等,应立即或尽早就诊;尤其严重的角膜瓣中央区皱褶、角膜瓣移位、角膜瓣破碎,须行急诊手术。

(4)对患者进行宣传教育;对于眼部易受外伤的高危人群,建议选择行 SMILE 或表层切削手术,以避免发生此类并发症。

### 4. 治疗:

(1)对于轻度、不影响视力的患者,可保守观察。

(2)对于严重,尤其角膜瓣中央区皱褶、大面积角膜瓣移位的患者,须尽早行手术处理。角膜瓣复位时应行生理对位,并铺平皱褶,清除角膜瓣边缘新生上皮,戴角膜绷带镜以预防 EI。

(3)术后积极预防感染。

(4)眼部使用糖皮质激素,约 1 个月。

### (三)EI

1. 定义:是角膜瓣下层间或囊袋内植入或遗留的异常上皮增生,导致角膜混浊,从而影响视力的并发症。可分为静止或活动、周边植入或中央植入。

### 2. 原因:

(1)外伤导致角膜瓣对位不良、移位或破碎。外伤是术后发生 EI 最主要危险因素,多见于术后 15 d 至 108 个月<sup>[5-7]</sup>。

(2)术中角膜上皮缺损,角膜上皮基底膜营养不良,角膜瓣移位。

(3)行二次掀瓣加强手术等。

### 3. 预防:

(1)FS-LASIK、SMILE 术中切口过大、不规则或附近角膜上皮过于松弛,术毕时须对合松弛的角膜上皮,保持切口附近角膜上皮的完整性。戴角膜绷带镜可避免角膜上皮异位再生和角膜层间潜行。

(2)注意避免眼外伤。

(3)二次加强手术时掀开和复位角膜瓣均须小心仔细操作。

#### 4. 治疗:

(1)轻度者眼部使用糖皮质激素有效时,无须进行掀瓣治疗;药物治疗无效时应及时行掀瓣治疗,刮除角膜上皮,戴角膜绷带镜约2周,眼部使用糖皮质激素约4周;注意勿刮除正常角膜组织,避免加重散光。

(2)对于EI活动且影响视力的患者,须行角膜上皮刮除术或局部刮除联合准分子激光PTK。

(3)对于明显进展且伴有角膜瓣融解的患者,可掀瓣后行角膜上皮刮除联合准分子激光PTK<sup>[25-26]</sup>。治疗后部分患者可再次发生EI,须提前告知患者。

#### (四)DLK

1. 定义:角膜层间的非特异性炎性反应。发生率约为0.76%。炎性反应和角膜融解程度由轻至重分为1~4级,3和4级的发生率为0.02%,发生时间多为术后24 h<sup>[27-28]</sup>。

##### 2. 原因:

(1)手术因素:手术操作不顺利,如飞秒激光能量过高,角膜瓣掀开或组织透镜分离困难,角膜切口过小以及操作过度,导致角膜上皮水肿、损伤。高危因素包括角膜过厚,患者高龄,合并干眼、糖尿病,特异体质以及长期戴角膜接触镜等。

(2)非感染因素:致敏源进入角膜基质层间或帽下囊袋内等,轻度者表现为弥漫性细小白色颗粒样混浊,3级及以上者角膜中央层间混浊呈车轮状,可导致视力迅速下降,部分患者最终需要行表层切削手术加强治疗<sup>[27-29]</sup>。

##### 3. 预防:

(1)对于高危患者,术前给予干预措施。

(2)术中轻柔操作,出现角膜上皮损伤、游离和剥脱时,仔细轻柔复位角膜上皮,术后戴角膜绷带镜。

(3)年龄偏大,戴角膜接触镜时间长,术前合并干眼、睑缘炎、睑板腺功能障碍的患者为高危人群,应尤为注意。

(4)在手术冲洗液中加入适量糖皮质激素和抗炎药物,以控制群发DLK。

(5)术后规范随访,尤其手术高峰期,除常规时间复查外,建议增加术后3 d复查,以及时发现DLK。

##### 4. 治疗:

(1)眼部使用高浓度糖皮质激素,如1%醋酸泼尼松龙滴眼液加强治疗,每天4次,每次2~3滴,每

滴间隔5~10 min<sup>[10-17]</sup>。

(2)对于DLK消退缓慢的患者,建议口服泼尼松30 mg,每天1次;吲哚美辛25 mg,每天3次,共5~7 d。必要时使用糖皮质激素进行角膜层间冲洗,3级DLK建议于术后1周内进行,并加大眼部使用糖皮质激素的浓度和次数,如1%醋酸泼尼松龙滴眼液,每天4~8次,每次3~4滴,每滴间隔5~10 min,晚上加用地塞米松眼膏<sup>[26]</sup>。

(3)密切随访,根据病情变化及时调整治疗方案。对于术后1年以上出现远视、散光影响视力的患者,若角膜等条件允许,可再次行激光角膜屈光手术。

(4)注意与点状角膜病变或感染性角膜炎等疾病鉴别。

#### (五)角膜基质组织透镜撕裂或残留

1. 定义:在SMILE术中,角膜基质组织透镜撕裂或不能完全取出。

##### 2. 原因:

(1)飞秒激光能量异常、扫描不均匀,出现黑斑<sup>[30]</sup>。

(2)角膜过厚,组织透镜过薄或角膜组织结构异常。

(3)手术操作不规范,操作过度,组织透镜分离层次不清,手术时间过长;手术室温度和(或)湿度异常;患者配合欠佳等。

##### 3. 预防:

(1)保证飞秒激光能量均匀,不宜过强,尤其对于角膜偏厚者,建议调整角膜帽深度。保证角膜上皮面干净光滑,润而不湿。

(2)分离组织透镜时注意层次清楚,避免分离组织透镜下组织,甚至取出组织透镜外组织。干扰组织透镜下组织可导致严重的不良预后和(或)视力永久降低。

(3)组织透镜分离困难时可调整分离方向,从不同角度、不同方位仔细分离。组织透镜无法分离时可暂停手术,择期行二次手术。

##### 4. 治疗:

若出现透镜组织残留,原则上应全部取出残留组织,尤其在光学矫正区域范围内的残留透镜必须彻底取出。

(1)对于边缘部位残留的极小条带状组织(长度在1~2 mm内,宽度在1 mm内),取出困难时可观察<sup>[20, 31-32]</sup>。

(2)较大透镜组织残留可导致术后出现不规则

散光,严重影响术后视力,须仔细寻找残留组织,尽量完全分离,但应注意避免过度操作和取出非透镜组织,建议使用透镜取出镊。可借助眼前节相干光层析成像术(optical coherence tomography, OCT)辅助确认残留透镜组织的位置。

三、表层切削手术和板层切削手术均可出现的并发症

#### (一)角膜感染

1. 定义:是指术后各种病原体导致的角膜表层、层间或全层感染。术后出现眼红、眼痛、畏光、流泪等症状,伴有睫状充血,角膜上皮、基质层点状或片状浸润灶,甚者前房积脓。术后角膜感染的发生率约为0.04%<sup>[9]</sup>,多数发生在术后1周内,少数迟发。按照原因分为细菌性、病毒性和真菌性感染。临床常见非结核分枝杆菌、葡萄球菌、链球菌感染,亦可见真菌感染、单纯疱疹病毒感染。针对不同病因应采取不同治疗方法。术后角膜感染是严重并发症,一旦发生可导致角膜混浊和视力明显下降。

#### 2. 原因:

(1)围手术期眼部清洁不佳,抗生素使用不正确,手术器械消毒不严格,手术操作过度等。

(2)术前合并眼表异常,如干眼、过敏性病变、睑缘炎等,长期戴角膜接触镜;术后揉眼,结膜囊或角膜异物,眼外伤等。

(3)属于高危人群,如居住环境卫生条件差者,抵抗力低或合并全身疾病者,处于发烧、感冒、疲劳、糖尿病、经期等状态者。

#### 3. 预防:

(1)术前按医嘱眼部使用抗生素,一般首选氟喹诺酮类滴眼液或氨基糖苷类滴眼液。

(2)对于术前合并干眼、睑板腺功能障碍、眼睑闭合不良等或长期戴角膜接触镜的患者,术前须给予干预措施,眼部使用玻璃酸钠滴眼液等保护角膜上皮的药物。

(3)术中使用经严格消毒的手术器械,无菌操作,眼部冲洗液和手术冲洗液中加入适量抗生素,如500 ml复方氯化钠注射液中加入妥布霉素20 mg或硫酸阿米卡星注射液0.2 g。

(4)围手术期严禁揉眼,术后3 d内避免污水、污物进入眼部;避免眼外伤。

(5)对于高危人群,先降低或去除高危因素,再择期手术。

4. 治疗:尽快明确致病病原体,给予对因和对症治疗,如眼部使用抗细菌、抗病毒、抗真菌药物。

轻度感染者通常残留不同程度角膜混浊,轻度影响视力;重度者可引起前房积脓,角膜融解、穿孔,严重影响视力,最终多需要行角膜移植手术以提高视力。SMILE术后的角膜感染,病原体在角膜囊袋内繁殖,因部位相对封闭,感染难以控制<sup>[10, 13, 33]</sup>。

(1)眼部立即停用糖皮质激素。

(2)眼部和全身联合足量使用广谱抗生素,建议使用第4代氟喹诺酮类滴眼液频繁点眼(对于怀疑或确诊非结核分枝杆菌感染者,建议使用0.25%阿米卡星滴眼液),每10~15分钟点眼1次,1~2 h;然后每30分钟点眼1次,1~2 d。以后根据病情调整给药频率。同时,可结膜下给予0.8%阿米卡星0.3~0.5 ml,每天1或2次。对于确诊真菌感染者,可使用那他霉素、两性霉素B、氟康唑等抗真菌滴眼液,必要时口服抗真菌药物伊曲康唑,0.1~0.2 g,每天1次,时间不超过2周。对于怀疑或确诊单纯疱疹病毒感染者,可眼部加用更昔洛韦眼用凝胶,每天4次,同时全身使用抗病毒药物。

(3)散大瞳孔。

(4)对于细菌感染的患者,使用0.8%阿米卡星冲洗角膜瓣下界面,5 min/次。必要时可每天冲洗1次,多数需要冲洗2~4次。

(5)若角膜瓣或角膜帽坏死或黏附性差,可剪开去除角膜瓣(应尽量保留,以便争取更好的远期视力)。

(6)晚期恢复阶段眼部加用糖皮质激素,以减轻瘢痕。须在感染控制后使用,一般在感染发生后1~2周内。过早使用糖皮质激素易造成细菌或真菌隐匿,病情反复和迁延。

(7)对于晚期手术区域角膜局部或全层混浊、角膜变薄或角膜膨隆严重影响视力的患者,最终需要行深板层或穿透性角膜移植术。

#### (二)角膜扩张

1. 定义:术后发生的进展性角膜变薄、扩张性疾病。临床表现为术后出现逐渐加重的视力下降,伴有近视或散光度数增加以及角膜不规则形态凸起。在成人近视眼中,可疑圆锥角膜和圆锥角膜的占比各为千分之一<sup>[34]</sup>,多数呈进行性发展,难以控制。该病多双眼发生,严重者视力明显下降,角膜持续变薄,晚期出现急性角膜水肿和瘢痕。表层切削手术和SMILE的发生比例少于LASIK。

#### 2. 原因:

(1)患者处于发育阶段,年龄较小。

(2)屈光度数高,激光切削深度大,切削深度占

角膜厚度的比例过高。

(3) 哺乳期患者和过敏易揉眼患者为高危人群。

### 3. 预防:

(1) 角膜屈光手术后不揉眼, 尤其过敏患者。

(2) 术前根据角膜地形图、角膜生物力学检查, 严格筛选患者, 尤其年龄小、近视眼发展快、散光度数高、角膜地形图形态不对称、生物力学指标差以及角膜薄的患者, 需要综合评估是否可行手术, 若存在高危因素, 建议先给予观察。

### 4. 治疗:

(1) 根据角膜厚度、角膜扩张速度, 按轻、中、重度原则依次治疗。可选择硬性透气性角膜接触镜 (rigid gas permeable, RGP)、角膜胶原交联术、角膜移植手术或联合方法进行治疗<sup>[11, 35]</sup>。

(2) 对于角膜扩张速度慢、角膜厚度正常的患者, 可首选 RGP 治疗, 提高最佳矫正视力。但须告知患者, 使用角膜接触镜并不能减缓或阻止角膜扩张进展。

(3) 对于角膜不断扩张、角膜厚度在 380  $\mu\text{m}$  以上的患者, 可选择角膜胶原交联术治疗, 临床效果显著<sup>[36]</sup>。

(4) 对于治疗效果不好、角膜过薄、病情发展迅速的患者, 需要行角膜移植手术。可根据情况使用 SMILE 来源的同种异体角膜透镜组织, 行最小创伤角膜板层移植术<sup>[37]</sup>, 严重者可可行传统角膜板层移植术甚至穿透性角膜移植术<sup>[38]</sup>。使用 SMILE 来源同种异体角膜透镜组织行最小创伤角膜板层移植术中, 可将透镜组织放入角膜层间<sup>[37]</sup>, 也可植入到囊袋内<sup>[39-41]</sup>, 从而增加角膜厚度, 阻止疾病发展。

(5) 对于角膜移植手术后出现散光等屈光不正患者, 为了提高视觉质量, 在角膜厚度允许的情况下, 可考虑行表层切削手术。部分患者可戴 RGP 或巩膜镜, 巩膜镜的舒适度和效果更佳。

### (三) 干眼

1. 定义: 术后出现的泪膜或泪液流动异常, 多伴有眼表炎性反应, 为术后早期常见的并发症, 绝大多数 3~6 个月内恢复。个别患者尤其既往伴有干眼者, 可出现严重干眼症状且持续时间长, 影响视力和视觉质量, 出现屈光状态波动或视觉疲劳。

### 2. 原因:

(1) 角膜神经部分切断、损伤。

(2) 角膜曲率改变。

(3) 眼部用药过多。

(4) 过敏、睑板腺功能障碍、长期戴角膜接触镜、长期眼部化妆等, 导致眼表发生炎性反应。

### 3. 预防:

(1) 对于术前明确诊断干眼者, 推荐术前干预, 并积极去除干眼的危险因素。眼部使用人工泪液、抗炎、修复神经是主要治疗策略, 还可辅助眼部热敷、按摩、戴湿房镜等。多数患者症状可缓解<sup>[40-41]</sup>。

(2) 术后应避免眼部长长期使用多种药物, 最大限度减轻术后药源性眼表损伤。

(3) 对于术前干眼症状明显的患者, 围手术期可给予临时性泪小点栓塞及使用湿房镜进行联合预防, 防止术后发生严重干眼<sup>[40-41]</sup>。

### 4. 治疗:

(1) 术后早期推荐联合使用不含防腐剂的人工泪液以及促进眼表和神经修复的药物, 建议使用眼用凝胶剂型。

(2) 对于睑板腺功能障碍引起的干眼, 术前和术后可酌情行眼部物理治疗 (不建议手术当日进行治疗)。

(3) 术后发生重症干眼的患者, 应转入干眼慢病管理系统进行综合治理, 眼部加用糖皮质激素和 0.05% 环孢素 A 滴眼液, 以加强抗炎治疗<sup>[41-42]</sup>。可联合使用湿房镜、临时性泪小点栓塞。推荐治疗应尽量持续至术后 6~12 个月。

激光角膜屈光手术的并发症分为角膜相关并发症和视觉相关并发症。视觉相关并发症包括术后早期视物模糊、视觉质量差、夜间视力差、近距离阅读困难、重影等, 多数患者症状随术后时间延长可逐渐好转或完全缓解, 需要再次手术治疗者较少。而角膜相关并发症一旦发生, 尤其严重并发症, 可明显影响视力, 甚至可能导致终身视功能损伤, 因此需要给予高度重视和关注, 以利于提高手术疗效和患者满意度。

### 形成共识意见的专家组成员:

谢立信 山东第一医科大学附属眼科研究所 山东第一医科大学附属青岛眼科医院 (角膜病学组前任组长)  
史伟云 山东第一医科大学附属眼科研究所 山东第一医科大学附属眼科医院 (角膜病学组组长)  
刘祖国 厦门大学眼科研究所 (角膜病学组副组长)  
徐建江 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科 (角膜病学组副组长)  
李莹 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院眼科 (角膜病学组副组长, 执笔)  
潘志强 首都医科大学附属北京同仁医院北京同仁眼科中

心(角膜病学组副组长)

王丽娅 河南省眼科研究所(角膜病学组前任副组长)

孙旭光 首都医科大学附属北京同仁医院北京同仁眼科中心 北京市眼科研究所(角膜病学组前任副组长)

(以下角膜病学组委员按姓氏拼音排序)

陈 蔚 温州医科大学附属眼视光医院(前任委员)

陈百华 中南大学湘雅二医院眼科

邓应平 四川大学华西医院眼科

杜之渝 重庆医科大学附属第二医院眼科

傅 瑶 上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科

傅少颖 哈尔滨医科大学附属第一医院眼科医院(前任委员)

高 华 山东第一医科大学附属眼科研究所 山东第一医科大学附属眼科医院

高明宏 解放军北部战区总医院眼科

高晓唯 解放军新疆军区总医院眼科医院

赫天耕 天津医科大学总医院眼科

洪 晶 北京大学第三医院眼科(前任委员)

黄 挺 中山大学中山眼科中心

黄一飞 解放军总医院眼科医学部(前任委员)

贾 卉 吉林大学第一医院眼科

晋秀明 浙江大学医学院附属第二医院眼科中心

李 炜 厦门大学附属厦门眼科中心(前任委员)

李贵刚 华中科技大学同济医学院附属同济医院眼科

李海丽 北京大学第一医院眼科(前任委员)

李明武 北京大学国际医院眼科(现在北京大学人民医院眼科)

梁庆丰 首都医科大学附属北京同仁医院北京同仁眼科中心 北京市眼科研究所

刘 莲 解放军陆军特色医学中心(大坪医院)眼科

马 林 天津市眼科医院(现在天津医科大学眼科医院)

王 华 中南大学湘雅医院眼科

王 骞 厦门大学附属厦门眼科中心

王 雁 天津市眼科医院(前任委员)

王丽强 解放军总医院眼科医学部

王林农 南京市第一医院眼科

王勤美 温州医科大学附属眼视光医院

王智崇 中山大学中山眼科中心(前任委员)

吴 洁 西安市第一医院眼科

谢汉平 解放军陆军军医大学第一附属医院眼科(前任委员)

晏晓明 北京大学第一医院眼科

杨燕宁 武汉大学人民医院眼科

杨于力 解放军陆军军医大学第一附属医院眼科

袁 进 中山大学中山眼科中心 海南省眼科医院

张 弘 哈尔滨医科大学附属第一医院眼科医院

张 慧 昆明医科大学第一附属医院眼科

张立军 大连市第三人民医院眼科

张明昌 华中科技大学同济医学院附属协和医院眼科

赵 敏 重庆眼视光眼科医院

赵少贞 天津医科大学眼科医院(前任委员)

周跃华 成都中医药大学银海眼科医院

祝 磊 河南省立眼科医院

姜 洋 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院眼科(非委员,整理资料)

声明 本文为专家意见,为临床医疗服务提供指导,不是在各种情况下都必须遵循的医疗标准,也不是为个别特殊个人提供的保健措施;本文内容与相关产品的生产和销售厂商无经济利益关系

参 考 文 献

[1] 张丰菊,宋彦铮.屈光手术的名称和分类[J].中华眼科杂志,2024,60(4):392-398. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20231113-00231.

[2] Binder PS. Analysis of ectasia after laser in situ keratomileusis: risk factors[J]. J Cataract Refract Surg, 2007, 33(9): 1530-1538. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.04.043.

[3] 王忠海,李莹,王若蛟,等.三种准分子激光角膜屈光手术后视觉质量的比较[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2014,16(1): 10-14. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.01.003.

[4] 徐婧,李莹,王忠海,等.经上皮准分子激光角膜切削术治疗近视的临床疗效[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2015,17(12): 717-721. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2015.12.004.

[5] Moshirfar M, West DG, Miller CM, et al. Incidence, risk, and visual outcomes after repositioning of acute non-traumatic flap dislocations following femtosecond-assisted LASIK[J]. J Clin Med, 2021, 10(11): 2478. DOI: 10.3390/jcm10112478.

[6] Rapuano CJ. Management of epithelial ingrowth after laser in situ keratomileusis on a tertiary care cornea service[J]. Cornea, 2010, 29(3): 307-313. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181b7f3c5.

[7] Ting D, Srinivasan S, Danjoux JP. Epithelial ingrowth following laser in situ keratomileusis (LASIK): prevalence, risk factors, management and visual outcomes[J]. BMJ Open Ophthalmol, 2018, 3(1): e000133. DOI: 10.1136/bmjophth-2017-000133.

[8] 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.

[9] Afsharpaiman S, Zare M, Yasemi M, et al. The prevalence of infectious keratitis after keratorefractive surgery: a systematic review and meta-analysis study[J]. J Ophthalmol, 2020, 2020: 6329321. DOI: 10.1155/2020/6329321.

[10] 中华医学会眼科学分会角膜病学组.激光角膜屈光手术临床诊疗专家共识(2015年)[J].中华眼科杂志,2015,51(4): 249-254. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.04.003.

[11] 李莹.重视激光角膜屈光手术快速发展中的手术并发症问题[J].中华眼科杂志,2018,54(10): 721-725. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.10.001.

[12] 李莹.角膜近视屈光手术的安全性及信任度[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2012,14(9): 513-516. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2012.09.001.

[13] 史伟云.重视角膜上皮病变的诊断和治疗[J].中华眼科

- 杂志, 2017, 53(3): 161-163. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.03.001.
- [14] 李莹. 重视角膜屈光手术操作规范及并发症防治[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021, 35(6): 1-6. DOI: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.347.
- [15] 唐晓昭, 廖志强. 准分子激光角膜切削深度与术后角膜上皮雾状混浊的关系[J]. 中华眼科杂志, 1997, 33(03): 204-206.
- [16] Santhiago MR, Netto MV, Wilson SE. Mitomycin C: biological effects and use in refractive surgery[J]. *Cornea*, 2012, 31(3): 311-321. DOI: 10.1097/ICO.0b013e31821e429d.
- [17] 中国微循环委员会眼微循环屈光专业委员会. 中国激光角膜屈光手术围手术期用药专家共识(2019年)[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(12): 896-903. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.12.006.
- [18] 王忠海, 姜洋, 张庆生, 等. 经上皮准分子激光角膜切削术与准分子激光上皮下角膜磨镶术治疗近视眼的临床效果比较[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(2): 122-126. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.02.010.
- [19] Son G, Lee J, Jang C, et al. Possible risk factors and clinical effects of opaque bubble layer in small incision lenticule extraction (SMILE)[J]. *J Refract Surg*, 2017, 33(1): 24-29. DOI: 10.3928/1081597X-20161006-06.
- [20] 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 我国飞秒激光小切口角膜基质透镜取出手术规范专家共识(2018年)[J]. 中华眼科杂志, 2018, 54(10): 729-736. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.10.003.
- [21] 张丰菊, 郭宁. 飞秒激光用于角膜屈光手术应注意的问题[J]. 眼科, 2014, 23(5): 289-291. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2014.05.001.
- [22] 马娇楠, 王雁, 宋一, 等. 不透明气泡层在 SMILE 术中的产生及其与角膜生物力学相关影响因素的研究[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(02): 115-121. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.02.009.
- [23] Wu D, Li B, Huang M, et al. Influence of cap thickness on opaque bubble layer formation in SMILE: 110 versus 140  $\mu\text{m}$ [J]. *J Refract Surg*, 2020, 36(9): 592-596. DOI: 10.3928/1081597X-20200720-02.
- [24] Li L, Schallhorn JM, Ma J, et al. Risk factors for opaque bubble layer in small incision lenticule extraction (SMILE)[J]. *J Refract Surg*, 2017, 33(11): 759-764. DOI: 10.3928/1081597X-20170821-02.
- [25] 李莹, 张潇, 罗岩, 等. LASIK 术后角膜上皮植入的原因及分型[J]. 眼科, 2009, 18(3): 165-168.
- [26] Cosgrove RJ, Borr MJ, Keil ML. Disruption of ingrown epithelium via Nd:YAG laser or DIEYAG: a retrospective case series of post-LASIK patients[J]. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2021, 22: 101071. DOI: 10.1016/j.ajoc.2021.101071.
- [27] Moshirfar M, Durnford KM, Lewis AL, et al. Five-year incidence, management, and visual outcomes of diffuse lamellar keratitis after femtosecond-assisted LASIK[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(14): 3067. DOI: 10.3390/jcm10143067.
- [28] Sorenson AL, Holland S, Tran K, et al. Diffuse lamellar keratitis associated with tabletop autoclave biofilms: case series and review[J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46(3): 340-349. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000070.
- [29] Reinstein DZ, Stuart AJ, Vida RS, et al. Incidence and outcomes of sterile multifocal inflammatory keratitis and diffuse lamellar keratitis after SMILE[J]. *J Refract Surg*, 2018, 34(11): 751-759. DOI: 10.3928/1081597X-20181001-02.
- [30] Ma J, Wang Y, Li L, et al. Corneal thickness, residual stromal thickness, and its effect on opaque bubble layer in small-incision lenticule extraction[J]. *Int Ophthalmol*, 2018, 38(5): 2013-2020. DOI: 10.1007/s10792-017-0692-2.
- [31] Brar S, Ganesh S, Gautam M, et al. Feasibility, safety, and outcomes with standard versus differential spot distance protocols in eyes undergoing SMILE for myopia and myopic astigmatism[J]. *J Refract Surg*, 2021, 37(5): 294-302. DOI: 10.3928/1081597X-20210121-01.
- [32] Brar S, Ganesh S, Gautam M, et al. Comparison of clinical outcomes and visual quality using a medium versus small contact glass in patients undergoing SMILE with large corneal diameters[J]. *J Refract Surg*, 2021, 37(3): 150-157. DOI: 10.3928/1081597X-20201222-02.
- [33] 阳珊, 李莹, 姜洋. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术后角膜链球菌感染一例[J]. 中华眼科杂志, 2018, 54(6): 464-465. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.06.013.
- [34] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 中国圆锥角膜诊断和治疗专家共识(2019年)[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(12): 891-895. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.12.004.
- [35] 李莹, 金玉梅, 王忠海, 等. 屈光性角膜手术 26743 例回顾[J]. 国际眼科杂志, 2004, 4(6): 1031-1035. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2004.06.016.
- [36] 侯思梦, 周跃华, 张晶, 等. 飞秒激光联合紫外光核黄素角膜交联术治疗圆锥角膜的一年效果[J]. 眼科, 2019, 28(6): 413-420. DOI: 10.13281/j.cnki.issn.1004-4469.2019.06.004.
- [37] Gao H, Liu M, Li N, et al. Femtosecond laser-assisted minimally invasive lamellar keratoplasty for the treatment of advanced keratoconus[J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 50(3): 294-302. DOI: 10.1111/ceo.14047.
- [38] 中华医学会眼科学分会角膜病学组. 我国角膜移植术专家共识(2015年)[J]. 中华眼科杂志, 2015, 51(12): 888-891. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.12.003.
- [39] Jiang Y, Li Y, Yang S, et al. Tuck-in lamellar keratoplasty with an lenticule obtained by small incision lenticule extraction for treatment of post-LASIK ectasia[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 17806. DOI: 10.1038/s41598-017-18201-4.
- [40] Ambrósio R Jr, Tervo T, Wilson SE. LASIK-associated dry eye and neurotrophic epitheliopathy: pathophysiology and strategies for prevention and treatment[J]. *J Refract Surg*, 2008, 24(4): 396-407. DOI: 10.3928/1081597X-20080401-14.
- [41] 亚洲干眼协会中国分会, 海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国干眼专家共识: 眼手术相关性干眼(2021年)[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(8): 564-572. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210429-00196.
- [42] 亚洲干眼协会中国分会, 海峡两岸医药卫生交流协会眼科学专业委员会眼表与泪液病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼表与干眼学组. 中国干眼专家共识: 定义和分类(2020年)[J]. 中华眼科杂志, 2020, 56(6): 418-422. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200316-00190.