

## ·标准与规范探讨·

## 我国角膜地形图引导个性化激光角膜屈光手术专家共识(2018 年)

中华医学会眼科学分会眼视光学组



扫一扫下载指南原文

在《激光角膜屈光手术临床诊疗专家共识(2015 年)》<sup>[1]</sup>的基础上,中华医学会眼科学分会眼视光学组针对角膜地形图引导这一特定的个性化激光消融技术,经过集体讨论达成本共识。

传统的准分子激光角膜屈光手术的治疗对象为近视、远视、散光等屈光不正患者,主要根据屈光度数参数,按照 Munnerlyn 公式设计激光消融方案。早期传统的准分子激光角膜屈光手术包括以准分子激光屈光性角膜消融术(PRK)为代表的角膜表层屈光手术以及以准分子激光原位角膜磨镶术(LASIK)为代表的角膜板层屈光手术。在手术矫正屈光不正后,有些患者尽管白天的裸眼视力完全正常,但夜间出现眩光、光晕以及暗视力下降等视觉症状,严重者可影响夜间驾驶或工作,其主要原因是由于激光消融光区过小导致的术后球差增加以及光区偏心导致彗差的显著增加,同时也与术前角膜已存在的不规则形态有关<sup>[2-4]</sup>。

个性化激光角膜屈光手术,主要指波阵面像差引导以及角膜地形图引导的准分子激光角膜屈光手术。波阵面像差引导的个性化角膜屈光手术是针对眼球整体的像差,期望通过改变角膜形态减少眼球整体像差,而获得清晰的视网膜成像<sup>[5]</sup>。关于全眼球波阵面像差的个性化角膜屈光手术内容不在本共识中讨论。人眼高阶像差主要来源于角膜,即角膜形态的不规则。角膜地形图引导的个性化激光角膜屈光手术是针对角膜前表面形态的不规则,其主要目的是通过精确对位及扩大有效光学区,避免或减少手术源性高阶像差的引入以及减少或消除术前已存在的角膜前表面不规则<sup>[6-7]</sup>。角膜地形图引导基于患者个体术前角膜前表面形态、Kappa 角、角膜横径、瞳孔以及虹膜纹理的测量与识别结果,确保激光消融过程中的精确定位于实时

对位,以消除个体的低阶像差(近视、远视及散光)和高阶像差(角膜前表面不规则),达成最优化的角膜形态为目标,在获得良好裸眼视力的同时,提高术后的视觉质量<sup>[8-9]</sup>。

## 一、适应证

(一)对于以矫正屈光度数为首要目的而角膜形态相对规则的患者,建议矫正屈光度数范围<sup>[10-11]</sup>:

1. 近视屈光度数:  $-9.00\text{ D}$  及以下;
2. 远视屈光度数:  $\leq +6.00\text{ D}$ ;
3. 散光屈光度数:  $\leq 6.00\text{ D}$ 。

(二)不以矫正屈光度数为主要目的的特殊患者<sup>[12-16]</sup>:

1. 严重角膜不规则散光,如角膜屈光手术、角膜移植手术后等,角膜外伤或角膜疾病导致瘢痕愈合,角膜形态已稳定。

2. 疑似或早期圆锥角膜、角膜屈光手术后角膜膨隆,须联合角膜胶原交联(collagen cross-linking, CXL)手术治疗。

(三)角膜地形图检查结果可信、重复性好,排除泪膜或其他因素对角膜前表面测量结果的影响。

(四)LASIK 术后角膜最薄点厚度角膜瓣下至少保留  $250\text{ }\mu\text{m}$  以上(建议  $280\text{ }\mu\text{m}$  以上,角膜总厚度至少在  $400\text{ }\mu\text{m}$  以上);角膜表层屈光手术后角膜最薄点厚度建议保留  $360\text{ }\mu\text{m}$  以上。

## 二、禁忌证

1. 屈光度数超过适应证范围;
2. 角膜地形图检查结果不可信、重复性差;角膜形态不稳定;
3. 术中不能获得良好的眼球跟踪定位;
4. 预计 LASIK 术后角膜最薄点厚度角膜瓣下不足  $250\text{ }\mu\text{m}$ 、角膜表层屈光手术后角膜最薄点厚度不足  $360\text{ }\mu\text{m}$ 。

## 三、术前检查数据传导和手术方案设计

## (一)术前检查

1. 使用专用角膜地形图仪检查:除传统角膜屈光手术必要的检查,尤其精确的显然验光之外,还

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2018.01.005

通信作者: 瞿佳, 350027 温州医科大学附属眼视光医院,  
Email: jia.qu@163.com

需要使用能与准分子激光治疗设备联机的专用角膜地形图仪,完成用于角膜地形图引导的专项检查。不同的准分子激光治疗设备,通常配备指定的角膜地形图仪,如基于 Placido 盘投影的角膜地形图仪、基于 Scheimpflug 成像的角膜地形图仪等,能够获取角膜前、后表面的形态数据,识别瞳孔的位置及大小,识别角膜顶点(视轴与角膜前表面的交汇点)、虹膜纹理及角膜缘(可见水平方向虹膜直径)等。通过正确的瞳孔偏移测量及眼球自旋分析,确保激光切削中心的精准定位,这对于矫正散光及高阶像差尤为重要。

(1)人员与设备的准备:检查者应接受过角膜地形图仪操作使用专业培训。检查前应定期校准角膜地形图仪,确保设备工作正常、精确;检查室保持安静,光照度恒定,避免阳光或光线直射。被检者应按规定停戴角膜接触镜,排除明显的结膜充血、水肿以及角膜水肿和角膜上皮疾病等;检查前应避免使用较黏稠的滴眼液或眼膏。

(2)检查流程及注意事项:被检者取坐位,颌架及头托固定,调整头位,左右移动检查仪,确保双眼处在同一水平面。被检者全身放松,呼吸平稳,注视设备标定的注视灯,按照检查者的指令做好睁眼固视、闭眼休息的动作。检查者完成被检者的基本信息录入,进入检测模式后,嘱被检者睁眼固视注视灯,然后操作调整柄,达到采集图像清晰、完整、位置正确,完成图像采集(可以采用自动或手动模式,最好采用自动模式),完成 1 次检查后,嘱被检者闭眼休息,然后完成再次检查。须注意:①对于睑裂较小的被检者应嘱其努力睁眼,必要时检查者帮助被检者将上睑上提或下睑下拉,但不能压迫眼球。②对于因泪膜不完整影响成像质量的被检者,可在检查前点用 1 滴人工泪液眨眼数次后再完成检查;若确因干眼造成的泪膜问题导致测量出现误差,则应先进行恰当的干眼治疗,待泪膜恢复正常后再次检查。③角膜图像的采集应在术前相对集中的时间点内完成(一般不超过 24 h),若图像采集超过 3 个月仍未手术,术前应重新检查。

2.角膜厚度检查:除常规测定角膜中央厚度,还应完成直径范围约 6 mm 的旁中央角膜厚度检测,包括上方、下方、颞侧、鼻侧 4 个方位。一般可使用眼前段分析系统进行全角膜厚度测量,若角膜透明度下降,则推荐使用 A 超角膜测厚仪测量角膜厚度。

## (二)数据传导

合格的角膜地形图数据应符合下述条件。

1. 可分析数据区域覆盖至少 90% 以上的治疗区域;
2. 所检测到的瞳孔边缘清晰可辨,无变形;
3. 每只眼同一时间点测量所得到的 4 次以上结果重复性良好。

将合格的角膜地形图检查数据通过 USB 闪存盘或专用数据线,传入与角膜地形图仪相匹配的准分子激光角膜屈光手术设备。

## (三)手术方案的设计

1.数据的导入:确定数据成功传入联机的准分子激光角膜屈光手术设备后,选择角膜地形图引导程序,将角膜地形图数据成功导入执行界面。若角膜地形图数据中的非球面参数 Q 值未在正常的 0~-1 范围内,则应进行调整。随后按照计算机提示补充输入显然验光屈光度数(球镜屈光度数、柱镜屈光度数及轴位)、中央及旁中央角膜厚度等相关信息(不同设备有不同要求)。在导入界面上可根据导入图像及设备的提示信息,再次筛选出重复性最好、最具代表性的角膜地形图数据,作为角膜地形图引导治疗的依据,然后进入数据调整界面。根据设备的不同,可以有针对性地选择不同的调整角膜高阶像差的模式,还应考虑使用节省角膜组织切削深度的优化程序。

2.球镜屈光度数的调整:目的是补偿因角膜地形图引导在消除角膜不规则散光时所引入的球镜屈光度数的改变,尤其注意在消除正性球差(如扩大光区)时,会引入负性屈光度数<sup>[17]</sup>。

### 3.柱镜屈光度数及轴向的调整:

(1)若显然验光的散光屈光度数 $\geq 2.00$  D,其轴向与角膜地形图测量所得到的散光轴向偏差应 $< 5^\circ$ 。

(2)若显然验光的散光屈光度数 $< 1.75$  D,其轴向与角膜地形图测量所得到的散光轴向偏差应 $< 10^\circ$ 。

(3)显然验光的散光屈光度数与角膜地形图测量所得到的散光屈光度数偏差应 $< 0.75$  D。

若与上述 3 种情况不相吻合,应重新调整设计拟矫正的散光屈光度数及其轴位。因角膜地形图引导模式修正角膜不规则形态(彗差、三叶草等较高阶像差)的同时,可改变角膜的散光屈光度数及轴位,故须进行相应的调整。对于明显不规则的角膜,尤其须注意显然验光检查和角膜地形图测量的准确性。在显然验光矫正视力不良的情况下,首选角膜地形图的测量结果,先以矫正角膜的不规则为目标。



#### 4. 其他参数的调整及相关注意事项:

(1) 依据患者瞳孔、角膜厚度, 确定最终有效光学区直径, 这一操作必须在数据调整前完成, 否则将改变数据调整量。

(2) 可以完成 Q 值调整的设备也应在数据调整前确定合理的 Q 值, 并完成目标 Q 值的调整。增加负性 Q 值绝对值将增加近视屈光度数的矫正量, 反之则降低近视屈光度数的矫正量。

(3) 去除屈光度数(低阶像差)后显示的激光消融形态, 与拟修正的角膜不规则形态应完全匹配。

(4) 与单纯矫正屈光度数相比, 额外修正角膜不规则会增加激光的切削深度。

(5) 当角膜形态明显不规则、难以获得准确的显然验光结果时, 可单纯采用角膜地形图引导激光消融, 获得相对规则的角膜形态(矫正球镜和柱镜屈光度数设定为 0)。

#### 四、术中注意事项

角膜地形图引导的个性化角膜屈光手术可采用角膜表层切削手术方式, 即角膜表层屈光手术, 如 PRK、经上皮准分子激光角膜屈光性切削术(Trans-PRK)、乙醇法准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(LASEK)等; 也可采用角膜板层屈光手术, 如 LASIK、飞秒激光辅助 LASIK 等。术中需根据瞳孔大小和形态、虹膜纹理识别、角膜缘识别等完成最基本的角膜定位, 自动调整 Kappa 角。为确保手术定位的准确性, 术前不应使用影响瞳孔大小的药物, 并在激光扫描时调整手术显微镜及室内照明光线, 保持瞳孔大小与检查时相匹配, 瞳孔大小的一致, 也会导致瞳孔中心移位。对于不能完成术中眼球跟踪定位的患者, 不应采用角膜地形图引导的方式进行手术。

1. 角膜板层屈光手术可选择掀瓣前或掀瓣后完成眼球的跟踪定位。尽量去除可能引起定位偏差的所有因素, 包括头位、眼位注视、术中与术前检查的瞳孔大小偏差; 消除瞳孔缘及角膜巩膜缘区的不透明气泡层、前房气泡等对跟踪定位的干扰。若偏差较大或无法完成跟踪定位, 应寻找原因, 进行适当调整, 再重新定位校准。

掀瓣后应尽快完成定位校准, 避免角膜基质床暴露时间过长, 导致基质床干燥引起激光消融误差。

2. 在激光扫描过程中, 需持续密切关注患者头位、眼位、瞳孔大小及眼球跟踪状况, 随时调整。

#### 五、术后处理

按准分子激光角膜屈光手术后常规使用药物

及复查。待角膜形态稳定后(建议至少等待 3 个月), 显然验光确认屈光度数, 行角膜地形图、角膜厚度(包括角膜瓣下厚度)等检查, 评估是否需要或适合再次手术矫正残留屈光度数及角膜不规则。

#### 形成共识意见的专家组成员:

瞿佳 温州医科大学附属眼视光医院(眼视光学组组长)  
张丰菊 首都医科大学附属北京同仁医院北京同仁眼科中心(眼视光学组副组长, 执笔)

曾骏文 中山大学中山眼科中心(眼视光学组副组长)

杨智宽 爱尔眼科集团(眼视光学组副组长)

王雁 天津市眼科医院 天津医科大学眼科临床学院(眼视光学组前任副组长)

(以下眼视光学组委员按姓名拼音排序)

白继 陆军军医大学附属大坪医院眼科(执笔)

陈敏 山东省眼科研究所 青岛眼科医院

陈跃国 北京大学第三医院眼科(执笔)

戴锦晖 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科

方一明 泉州市妇幼保健院 儿童医院 眼科医院

郭长梅 空军军医大学西京医院眼科

何燕玲 北京大学人民医院眼科

赫天耕 天津医科大学总医院眼科

胡琦 哈尔滨医科大学附属第一医院眼科

黄振平 南京军区南京总医院眼科

柯碧莲 上海交通大学附属第一人民医院眼科

李伟力 爱视眼科集团

李志敏 贵阳医科大学附属医院眼科

廖荣丰 安徽医科大学附属第一医院眼科

刘泉 中山大学中山眼科中心

刘伟民 广西壮族自治区人民医院眼科(前任委员)

罗岩 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院眼科

马晓华 山东中医药大学附属眼科医院

盛迅伦 宁夏回族自治区医院眼科医院

宋胜仿 重庆医科大学附属永川医院眼科

汪辉 重庆新视界眼科医院(前任委员)

王超英 解放军白求恩国际和平医院眼科

王华 湖南省人民医院眼科

王晓雄 武汉大学人民医院眼科

魏瑞华 天津医科大学眼科医院

肖满意 中南大学湘雅二医院眼科

许军 中国医科大学附属第四医院眼科

严宗辉 暨南大学附属深圳眼科医院(前任委员)

杨亚波 浙江大学医学院附属第二医院眼科

赵海霞 内蒙古医科大学附属医院眼科

钟兴武 海南省眼科医院

周激波 上海交通大学附属第九人民医院眼科

周行涛 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科

周跃华 首都医科大学附属北京同仁医院北京同仁眼科中心  
 胡 亮 温州医科大学附属眼视光医院(非学组委员,秘书)  
 (参与讨论的其他专家按姓名拼音排序)  
 邓应平 四川大学华西医院眼科(角膜病学组前任委员)  
 杜之渝 重庆医科大学附属第二医院眼科(角膜病学组委员)  
 高晓唯 解放军第 747 医院眼科医院(角膜病学组委员)  
 黄一飞 解放军总医院眼科(角膜病学组委员)  
 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)  
 王 骞 厦门大学附属厦门眼科中心(角膜病学组委员)  
 王 铮 爱尔眼科集团(执笔)  
 王勤美 温州医科大学附属眼视光医院(角膜病学组委员)  
 叶 剑 陆军军医大学附属大坪医院眼科(白内障及人工晶状体学组委员)  
 袁 非 复旦大学附属中山医院眼科  
 赵少贞 天津医科大学眼科医院(角膜病学组委员)  
 郑 历 杭州明视康眼科医院(执笔)  
 周 进 成都爱尔眼科医院  
 声明 本文仅为专家意见,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] 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.
- [2] Mrochen M, Kaemmerer M, Seiler T. Wavefront-guided laser in situ keratomileusis: early results in three eyes[J]. J Refract Surg, 2000, 16(2): 116-121.
- [3] Chalita MR, Chavala S, Xu M, et al. Wavefront analysis in post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraction, and topography[J]. Ophthalmology, 2004, 111(3): 447-453. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2003. 06. 022.
- [4] Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, et al. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2001, 42(6): 1396-1403.
- [5] Feng Y, Yu J, Wang Q. Meta-analysis of wavefront-guided vs. wavefront-optimized LASIK for myopia[J]. Optom Vis Sci, 2011, 88(12): 1463-1469. DOI: 10. 1097/OPX. 0b013e3182333a50.
- [6] Holland S, Lin DT, Tan JC. Topography-guided laser refractive surgery[J]. Curr Opin Ophthalmol, 2013, 24(4): 302-309. DOI: 10. 1097/ICU. 0b013e3283622a59.
- [7] Tan J, Simon D, Mrochen M, et al. Clinical results of topography-based customized ablations for myopia and myopic astigmatism[J]. J Refract Surg, 2012, 28(11 Suppl): S829-836.
- [8] El Awady HE, Ghanem AA, Saleh SM. Wavefront-optimized ablation versus topography-guided customized ablation in myopic LASIK: comparative study of higher order aberrations [J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging, 2011, 42(4): 314-320. DOI: 10. 3928/15428877-20110421-01.
- [9] Jain AK, Malhotra C, Pasari A, et al. Outcomes of topography-guided versus wavefront-optimized laser in situ keratomileusis for myopia in virgin eyes[J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(9): 1302-1311. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2016. 06. 035.
- [10] Stulting RD, Fant BS, Bond W, et al. Results of topography-guided laser in situ keratomileusis custom ablation treatment with a refractive excimer laser[J]. J Cataract Refract Surg, 2016, 42(1): 11-18. DOI: 10. 1016/j. jcrs. 2015. 08. 016.
- [11] Kanellopoulos AJ. Topography-guided hyperopic and hyperopic astigmatism femtosecond laser-assisted LASIK: long-term experience with the 400 Hz eye-Q excimer platform [J]. Clin Ophthalmol, 2012, 6: 895-901. DOI: 10. 2147/OPHT. S23573.
- [12] Chen X, Stojanovic A, Zhou W, et al. Transepithelial, Topography-guided ablation in the treatment of visual disturbances in LASIK flap or interface complications[J]. J Refract Surg, 2012, 28(2): 120-126. DOI: 10. 3928/1081597X-20110926-01.
- [13] Ohno K. Customized photorefractive keratectomy for the correction of regular and irregular astigmatism after penetrating keratoplasty[J]. Cornea, 2011, 30 Suppl 1: S41-44. DOI: 10. 1097/ICO. 0b013e318228174b.
- [14] Gao H, Shi W, Liu M, et al. Advanced topography-guided (OcuLink) treatment of irregular astigmatism after epikeratophakia in keratoconus with the WaveLight excimer laser[J]. Cornea, 2012, 31(2): 140-144. DOI: 10. 1097/ICO. 0b013e31822018a0.
- [15] Kanellopoulos AJ, Binder PS. Management of corneal ectasia after LASIK with combined, same-day, topography-guided partial transepithelial PRK and collagen cross-linking: the athens protocol[J]. J Refract Surg, 2011, 27(5): 323-331. DOI: 10. 3928/1081597X-20101105-01.
- [16] Lin DT, Holland S, Tan JC, et al. Clinical results of topography-based customized ablations in highly aberrated eyes and keratoconus/ectasia with cross-linking[J]. J Refract Surg, 2012, 28(11 Suppl): S841-848.
- [17] Lin DT, Holland SR, Rocha KM, et al. Method for optimizing topography-guided ablation of highly aberrated eyes with the Allegretto Wave excimer laser[J]. J Refract Surg, 2008, 24(4): S439-445.

(收稿日期:2017-10-21)

(本文编辑:黄翊彬)