

激光角膜屈光手术各种术式选择的思考

席欢¹, 燕振国^{2*}

¹甘肃中医药大学第一临床医学, 甘肃 兰州

²甘肃中医药大学附属兰州眼科中心, 兰州华夏眼科医院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2022年1月15日; 录用日期: 2022年1月24日; 发布日期: 2022年2月11日

摘要

我国是激光角膜屈光手术开展最为广泛的国家之一。随着技术不断完善和发展, 激光角膜屈光手术发展至今天, 主要有LASIK、TPRK、FS-LASIK、SMILE几种主流手术方式。手术方式的多元化, 为患者和术者带来了全新的手术技术、手术效果和手术选择, 也使得使手术效果更加理想、手术操作更加安全、手术并发症更加减少。但同时也为患者和术者在手术选择方面带来了困惑。如何更加合理、科学、理性的选择适合患者的手术方式、选择时应该考虑的要素和原则有哪些, 值得我们认真思考。

关键词

激光角膜屈光手术, 屈光不正, 准分子激光, 飞秒激光

Consideration of Various Surgical Methods of Laser Corneal Refractive Surgery

Huan Xi¹, Zhenguo Yan^{2*}

¹The First Clinical Medical College of Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou Gansu

²Lanzhou Huaxia Eye Hospital, Lanzhou Eye Center Subsidiary of Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou Gansu

Received: Jan. 15th, 2022; accepted: Jan. 24th, 2022; published: Feb. 11th, 2022

Abstract

China is one of the countries where laser corneal refractive surgery is most widely carried out. With the continuous improvement and development of technology, laser corneal refractive surgery has developed to today, mainly including LASIK, TPRK, FS-LASIK, SMILE several mainstream

*通讯作者。

surgical methods. The diversification of surgical methods has brought brand-new surgical techniques to patients and surgeons. Effect of surgery and surgical choice, also makes surgery effect more ideal operation, more safe surgery complications, more reduced. But also for the patients and performer in surgical choice brings about confusion. How to choose more reasonable scientific and rational surgical procedure for patients, what are the elements and principles that should be considered when the choice, worth thinking about seriously.

Keywords

Corneal Laser Refractive Surgery, Refractive Error, Excimer Laser, Femtosecond Laser

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

屈光不正是导致可逆性视力损伤的一大主要原因[1]。近视、远视、散光均是常见的屈光不正类型。近年来因全球近视患病率地显著增高,其在全球范围内都成为一个重要的公共卫生问题,预计到2050年,将有数十亿人将受到近视带来的影响[2]。因近视的不可逆性,多数患者会选择通过屈光手术改善视力。屈光手术不仅实现了患者的摘镜自由,同时也大大提高了患者术后的视觉质量、生活质量[3]。激光角膜屈光手术被认为是治疗轻度至中度屈光不正的极其有效和安全的术式[4]。角膜屈光手术发展到今天,主要有准分子激光原位角膜磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)、上皮准分子激光角膜切削术(transepithelial photorefractive keratectomy, TPRK)、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)几种主流术式。术式的多元化,为患者和术者带来了全新的手术技术、手术效果和手术选择,也使得手术效果更加理想、手术操作更加安全、手术并发症更加减少。但同时也为患者和术者在手术选择方面带来了困惑。如何更加合理、科学、理性的选择适合患者的术式、选择时应该考虑的要素和原则有哪些,值得我们认真思考。

2. 主流激光角膜屈光手术的认识

2.1. 主流术式的介绍

20世纪80年代准分子激光的问世[5],开创了激光角膜屈光手术的时代。LASIK是一种常见的激光角膜屈光手术术式,是结合了角膜磨镶术和准分子激光的屈光性角膜切削术,并于1990年始运用于临床中[6]。角膜瓣的制作有助于患者术后早期视力的恢复,减少术后不适感,并能减少角膜基质炎的发生,降低术后角膜下浑浊的风险[7]。2003年,引入超高频的飞秒激光代替了传统的显微角膜板层刀用于角膜瓣的制作,这种术式称为FS-LASIK [8]。这种改进使得在制作角膜瓣的切割过程中,最小程度的扭曲角膜以产生更为光滑规则的角膜瓣边缘,极大程度改善术后视力恢复结果,减少并发症的发生,产生更好地角膜生物力学稳定性[9]。2009年,TPRK通过准分子激光将去除角膜上皮与基质切削合成一个步骤完成[10]。2010年,全程利用飞秒激光技术,代替角膜消融,在角膜基质内制作微透镜,并通过2~4 mm微切口将其取出的SMILE手术开始开展[11]。这几种主流术式随着不断地改进与优化一直广泛运用于临床。

2.2. 角膜屈光手术原理

正是因为角膜位于眼球的最前端, 是手术最容易接近的部位, 并且角膜是眼屈光系统中屈光力最大的组织, 提供眼屈光系统三分之二的屈光力, 因此角膜屈光手术仍是屈光手术中的重要部分。角膜屈光手术正是通过不同的手术方式来改变角膜的屈光力, 就像修理照相机不聚焦的镜头一样。通常将角膜屈光手术分为激光板层角膜屈光手术和激光表层角膜屈光手术[12]。板层手术运用机械刀或飞秒激光辅助制作角膜瓣, 将其掀开后再进行激光切削, 例如 LASIK 和 FS-LASIK 术式, 也包括仅以飞秒激光完成角膜基质微透镜并取出的术式, 例如 SMILE。表层手术是先将角膜上皮去除, 再进行准分子激光切削, 而 TPRK 是运用准分子激光将去除上皮后再切削角膜基质切削, 随后角膜上皮在切削后的角膜床上再生。基于这种手术原理, 临床上也将 TPRK 称为全准分子激光手术, LASIK 和 FS-LASIK 称为半飞秒激光手术, SMILE 称为全飞秒激光手术[13]。

2.3. 主流手术方式的特点。

激光角膜屈光手术在过去至今, 其在轻度至中度近视患者术后视觉质量的提升、术后安全性、稳定性以及可预测性都得到广泛认可[14]。但是几种主流激光角膜屈光手术术式仍各有特点(表 1)。

TPRK 的优点在于运用准分子激光将去除角膜上皮和切削基质同时进行, 手术中无接触, 降低了感染的风险。同时因其不制作角膜瓣, 极大程度减少了手术对角膜生物力学的影响。但是消融角膜上皮的同时, 也消融了 Bowman 层和富含角膜细胞的前基质层, 导致在术后愈合过程中, 可能会因为疤痕产生而影响术后屈光矫正, 并且可能会有角膜雾状浑浊发生。上皮再生和伤口愈合需要时间, 在期间患者不仅需要佩戴绷带镜还可能有术后疼痛不适感。尽管 TPRK 使这些不足明显减少, 但是术后近视回退和角膜雾状浑浊的发生比起 LASIK 更常见[15]。

LASIK 较于 TPRK 通过制作角膜瓣有助于早期视力的快速恢复, 并且术后疼痛感较弱。但是术前需通过角膜地形图对角膜进行评估, 以降低术后角膜扩张的风险, 并且需常规进行术前干眼评估, 因为制作角膜瓣会导致角膜生物力学强度减弱, 恶化干眼病情[16]。引入飞秒激光后的 FS-LASIK 术式减少了术中因制瓣引起的相关并发症[8]。SMILE 相较于 LASIK 的优势在于因为术中制作的微透镜仅通过 2~4 mm 的切口取出, 最大程度保护了角膜细胞的损伤, 减少术后干眼症状, 同时术中对激光能量需求低。但是相比于 LASIK, SMILE 的视力恢复较慢[17]。并且因为 SMILE 需要术者对角膜内制作的微透镜手动剥离并通过微切口取出, 因此 SMILE 对术者要求更高。

各个术式的适应症范围、手术技巧、手术设备均有异同点, 只能因人而异, 选择最适合患者的术式, 而不能生搬硬套。

Table 1. Methods and characteristics of various laser surgery

表 1. 各类激光手术的术式和特点

手术分类	代表术式	特点
全准分子激光手术	TPRK	无瓣; 可行个性化切削; 可行加强手术
半飞秒激光手术	LASIK、FS-LASIK	有瓣; 可行个性化切削; 可行加强手术
全飞秒激光手术	SMILE	无瓣; 微创; 对眼表影响小

3. 选择困惑的原因

尽管激光角膜屈光手术术式日渐成熟, 并且术后显著的改善了患者的视觉质量, 但是没有一种术式

能达到完美的境界, 适合所有的近视患者。

选择 **TPRK** 术式的近视患者, 因为年轻人伤口愈合能力较强, 术后出现角膜浑浊的可能性高, 因此在年龄方面建议选择较大年龄患者为佳。为了控制和避免术后角膜浑浊的发生, 皮肤外伤后瘢痕化愈合或有其他影响伤口愈合的全身病史的患者也建议避免表层手术。为控制和避免激素性高眼压和青光眼, 有高眼压或青光眼病史的患者也应避免选择表层手术。术后定期随访对表层手术也很重要。

选择 **LASIK** 术式的患者, 尽管 **LASIK** 在矫正较大屈光度和散光方面具有优势, 但是制作角膜瓣后相关并发症也是需要注意和评估的一个重要方面。**FS-LASIK** 大大降低了相关并发症的发生。同时干眼也是影响术后舒适感的重要因素, 因此术前干眼患者在选择上尽量避免。

选择 **SMILE** 术式的患者, 由于手术切口小, 术后运动不受限制等优点, 对于从事特殊职业的患者, 如特警、运动员等都可以优先选择。但由于 **SMILE** 目前无法做个性化切削, 因此角膜不规则的患者, 以及屈光度和散光较大的患者都不建议选择 **SMILE** 手术。

通过上述分析, 可以发现, 即使新的手术方式不断推出, 但由于患者个体差异以及手术的优缺点, 新的手术方式(如 **SMILE**)仍无法代替老的术式(如 **LASIK**)板层手术仍无法代替表层手术。并且不同术式使用设备不同, 手术设备价格昂贵, 因此地域间水平的不同, 也使得许多医院无法同时开展多项激光角膜屈光手术, 使医生和患者对手术开展和选择产生差异。随着互联网的使用, 以及交通的便利, 患者对手术的了解也逐渐加深, 并可以自主选择适合自己的手术方式。但不论选择何种手术方式依然有不可避免的术后并发症发生, 对手术理解程度的不同, 患者也会对手术产生疑虑和不满。

4. 选择需要考虑的要素

通过各种术式优缺点的分析, 在日后临床工作中, 为患者选择适合的手术方式是工作重点。第一、应当严格满足术式的适应症以及禁忌症来选择适当手术, 使无论选择何种手术, 对于患者的安全性都是排在第一位。因为屈光手术通过恢复裸眼视力来提高患者生活质量的选择性手术, 因此任何不良术后并发症如炫光、晕圈、残余屈光不正或角膜瘢痕等都会影响患者对手术的满意度[18], 因此准确的术前评估和术后处理至关重要。第二、不同术式对于设备的要求也不同, 应根据地域水平不同进行选择(表 2)。第三、根据患者本身的眼部条件和需求选择最优术式, 对于职业相关特殊要求的患者应注意适应症及禁忌症是否适用(表 3)。第四、手术医生的经验和能力也是需要考虑的方面, 如 **SMILE** 手术对术者要求较高, 并且 **SMILE** 手术的学习曲线慢术中压力也较大(表 4)。总之, 手术的安全性和可预测性是选择手术方式的前提, 没有最好的术式, 只有最适合患者的精确个性化选择。

Table 2. Comparison of requirements of different surgical devices

表 2. 不同术式对手术设备要求的比较

	全准分子激光手术	半飞秒激光手术	全飞秒激光手术
适用范围	中	大	小
个性化程度	高	高	低
技术成熟	是	是	是
设备稳定	是	是	是
耗材	低	贵	超贵
价格	低	贵	超贵

Table 3. Comparison of patients' needs for different surgical procedures**表 3.** 患者对不同术式需求的比较

	全准分子激光手术	半飞秒激光手术	全飞秒激光手术
视觉质量	低	高	高
手术风险	低	低	高
恢复速度	慢	快	快
手术感受	中	好	好
损伤概率	低	低	低
继发圆锥	少	有	少
近期满意度	中	高	高
远期满意度	高	高	高

Table 4. Comparison of different surgical requirements for surgeons**表 4.** 不同术式对术者要求的比较

	全准分子激光手术	半飞秒激光手术	全飞秒激光手术
学习曲线	最快	快	慢
术中压力	无	小	大
技术挑战	小	中	大
学术空间	中	中	大

5. 总结

激光角膜屈光手术, 是一种安全有效的治疗屈光不正的方法, 同时还具有出色的术后视觉效果、大大提高患者生活质量和得到高患者满意度[19]。随着技术的不断优化和创新, 可供患者选的手术方式也越来越多。目前 LASIK、TPRK、FS-LASIK、SMILE 都是主流的角膜屈光术。波前像差引导和角膜地形图引导的个性化激光角膜屈光手术也得到发展和应用, 不仅大大提高术后视力, 也带来更少的术后并发症。随着这些新技术的出现, 眼科医生必须严格掌握每种屈光手术相对于光学矫正的优缺点, 同时为患者详细且仔细选择最优术式也至关重要, 最大程度提升患者视觉质量, 使患者收益。

参考文献

- [1] Kim, T.I., Alió Del Barrio, J.L., Wilkins, M., Cochener, B. and Ang, M. (2019) Refractive Surgery. *Lancet*, **393**, 2085-2098. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)33209-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)33209-4)
- [2] Holden, B.A., Fricke, T.R., Wilson, D.A., Jong, M., Naidoo, K.S., Sankaridurg, P., et al. (2016) Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, **123**, 1036-1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- [3] Sugar, A., Hood, C.T. and Mian, S.I. (2017) Patient-Reported Outcomes Following LASIK: Quality of Life in the PROWL Studies. *JAMA*, **317**, 204-205. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.19323>
- [4] Sugar, A., Rapuano, C.J., Culbertson, W.W., Huang, D., Varley, G.A., Agapitos, P.J., et al. (2002) Laser in Situ Keratomileusis for Myopia and Astigmatism: Safety and Efficacy: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, **109**, 175-187. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(01\)00966-6](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(01)00966-6)
- [5] Trokel, S.L., Srinivasan, R. and Braren, B. (1983) Excimer Laser Surgery of the Cornea. *American Journal of Ophthalmology*, **96**, 710-715. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(14\)71911-7](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)71911-7)

- [6] Pallikaris, I.G., Papatzanaki, M.E., Stathi, E.Z., Frenschok, O. and Georgiadis, A. (1990) Laser *in Situ* Keratomileusis. *Lasers in Surgery and Medicine*, **10**, 463-468. <https://doi.org/10.1002/lsm.1900100511>
- [7] Hersh, P.S., Brint, S.F., Maloney, R.K., Durrie, D.S., Gordon, M., Michelson, M.A., *et al.* (1998) Photorefractive Keratectomy versus Laser *in Situ* Keratomileusis for Moderate to High Myopia. A Randomized Prospective Study. *Ophthalmology*, **105**, 1512-1523. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)98038-1](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)98038-1)
- [8] Stonecipher, K., Ignacio, T.S. and Stonecipher, M. (2006) Advances in Refractive Surgery: Microkeratome and Femtosecond Laser Flap Creation in Relation to Safety, Efficacy, Predictability, and Biomechanical Stability. *Current Opinion in Ophthalmology*, **17**, 368-372. <https://doi.org/10.1097/01.icu.0000233957.88509.2d>
- [9] Hashmani, S., Hashmani, N., Rajani, H., Ramesh, P., Soomro, J.A., Hussain Shah, S.R., *et al.* (2017) Comparison of Visual Acuity, Refractive Outcomes, and Satisfaction between LASIK Performed with a Microkeratome and a Femto Laser. *Clinical Ophthalmology*, **11**, 1009-1014. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S137451>
- [10] Fadlallah, A., Fahed, D., Khalil, K., Dunia, I., Menassa, J., El Rami, H., *et al.* (2011) Transepithelial Photorefractive Keratectomy: Clinical Results. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **37**, 1852-1857. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.04.029>
- [11] Shah, R., Shah, S. and Sengupta, S. (2011) Results of Small Incision Lenticule Extraction: All-in-One Femtosecond Laser Refractive Surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **37**, 127-137. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.07.033>
- [12] 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.
- [13] 植玉婷, 孙涛. 激光角膜屈光手术进展[J]. 中国激光医学杂志, 2018, 27(1): 52-57.
- [14] Sandoval, H.P., Donnenfeld, E.D., Kohnen, T., Lindstrom, R.L., Potvin, R., Tremblay, D.M., *et al.* (2016) Modern Laser *in Situ* Keratomileusis Outcomes. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **42**, 1224-1234. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.07.012>
- [15] Ang, M., Mehta, J.S., Chan, C., Htoon, H.M., Koh, J.C. and Tan, D.T. (2014) Refractive Lenticule Extraction: Transition and Comparison of 3 Surgical Techniques. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **40**, 1415-1424. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.12.026>
- [16] Chan, C., Ang, M., Saad, A., Chua, D., Mejia, M., Lim, L., *et al.* (2015) Validation of an Objective Scoring System for Forme Fruste Keratoconus Detection and Post-LASIK Ectasia Risk Assessment in Asian Eyes. *Cornea*, **34**, 996-1004. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000529>
- [17] Ji, Y.W., Kim, M., Kang, D.S.Y., Reinstein, D.Z., Archer, T.J., Choi, J.Y., *et al.* (2017) Lower Laser Energy Levels Lead to Better Visual Recovery after Small-Incision Lenticule Extraction: Prospective Randomized Clinical Trial. *American Journal of Ophthalmology*, **179**, 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2017.05.005>
- [18] Zhao, L.Q., Wei, R.L., Cheng, J.W., Li, Y., Cai, J.P. and Ma, X.Y. (2010) Meta-Analysis: Clinical Outcomes of Laser-Assisted Subepithelial Keratectomy and Photorefractive Keratectomy in Myopia. *Ophthalmology*, **117**, 1912-1922. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.02.004>
- [19] Solomon, K.D., Fernández De Castro, L.E., Sandoval, H.P., Biber, J.M., Groat, B., Neff, K.D., *et al.* (2009) LASIK World Literature Review: Quality of Life and Patient Satisfaction. *Ophthalmology*, **116**, 691-701. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.12.037>