

本文引用格式:王泽飞,王勇,姜丽丽,等.角膜波前像差引导的TransPRK和常规TransPRK矫正中度近视的疗效比较[J].安徽医学,2023,44(6):646-649.DOI:10.3969/j.issn.1000-0399.2023.06.005

角膜波前像差引导的TransPRK和常规TransPRK矫正中度近视的疗效比较

王泽飞 王勇 姜丽丽 何之城

[摘要] **目的** 比较角膜波前像差引导(WFG)的经上皮准分子激光屈光性角膜切削术(TransPRK)和常规TransPRK矫正中度近视的疗效差异。**方法** 回顾性分析2021年1~12月在安徽省第二人民医院接受双眼TransPRK治疗的60例中度近视患者临床资料,根据是否采用WFG,分为WFG-TransPRK组(30例,60眼)和TransPRK组(30例,60眼)。在术前和术后6个月时,测量两组患者视力、屈光度、角膜高阶像差和中央角膜厚度等变量,记录两组患者术后6个月内的并发症发生情况,计算两组疗效指数和安全指数,并进行比较。**结果** 术前,两组等效球镜度、中央角膜厚度和角膜高阶像差比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。TransPRK组手术前后总高阶相差和球差升幅高于WFG-TransPRK组($P<0.05$),两组手术前后等效球镜度升幅、中央角膜厚度降幅比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。随访6个月,两组疗效指数($t=1.913$)、安全指数($t=0.775$)和并发症发生率($\chi^2=0.162$)比较,差异均无统计学意义($P=0.061, 0.442, 0.697$)。**结论** WFG-TransPRK所引起的球面像差比常规TransPRK少,对于具有高角膜像差或球面像差的患者可能更

[关键词] 经上皮准分子激光屈光性角膜切削术;波前像差引导;近视;高阶像差
doi:10.3969/j.issn.1000-0399.2023.06.005

Comparison of corneal wavefront-guided TransPRK and conventional TransPRK in correction of moderate myopia

WANG Zefei, WANG Yong, JIANG Lili, HE Zhicheng

Department of Ophthalmology, Anhui No.2 Provincial People's Hospital, Hefei 230041, China

Funding project: Foundation of Anhui Provincial Health Commission(No.AHWJ2021b107), Scientific Research Scientific Research Foundation of Anhui Medical University(No.2020xkj085)

Corresponding author: WANG Yong, 553797875@qq.com

[Abstract] **Objective** To compare the visual results and corneal aberrations of wavefront-guided transepithelial photorefractive keratectomy (TransPRK) and conventional TransPRK in the correction of moderate myopia. **Methods** A prospective case-control study was conducted. A total of 60 patients who received TransPRK in both eyes in Anhui No.2 Provincial People's Hospital from January to December 2021 were included. The WFG-TransPRK group (30 cases, 60 eyes) and the TransPRK group (30 cases, 60 eyes) were enrolled according to whether corneal wavefront aberration guidance was used. Visual acuity, refraction and higher order corneal aberration were measured before and six-months after surgery for statistical analysis. **Results** Before the surgery, there was no statistically significant difference ($P > 0.05$) in terms of equivalent spherical refraction, central corneal thickness, and corneal higher-order aberrations between the TransPRK group and the WFG-TransPRK group. However, the TransPRK group showed a higher increase in total higher-order aberrations and spherical refraction after the surgery compared to the WFG-TransPRK group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference ($P > 0.05$) in terms of the increase in equivalent spherical refraction and the decrease in central corneal thickness between the two groups before and after the surgery. After a 6-month follow-up, there was no statistically significant difference in efficacy index ($t = 1.913$), safety index ($t = 0.775$), and incidence of complications ($\chi^2 = 0.162$) between the two groups ($P = 0.061, 0.442, 0.697$). **Conclusions** The spherical aberration caused by WFG-TransPRK is less than that caused by conventional TransPRK, which may be more beneficial for patients with high corneal aberration or spherical aberration.

[Key words] Trans-epithelial photorefractive keratectomy; Wavefront aberration guidance; Myopia; High order aberration

基金项目:安徽省卫生健康委科研基金项目(编号:AHWJ2021b107),安徽医科大学校科研基金项目(编号:2020xkj085)

作者单位:230041 安徽合肥 安徽省第二人民医院眼科

通信作者:王勇,553797875@qq.com

经上皮准分子激光屈光性角膜切削术(transepithelial photorefractive keratectomy, TransPRK)是一种利用准分子激光消融角膜上皮和基质的一步式非接触性角膜屈光手术,多被用于矫正低至中度的近视和散光^[1-3]。大多数患者在接受 TransPRK 手术治疗后的裸眼视力可以达到正常水平,但仍有部分患者会抱怨与视觉质量下降相关的一些症状,包括重影、夜视差、眩光和光晕等,影响患者满意度和长期疗效^[4]。在屈光手术中,当激光束进入角膜切削区周边时,部分激光被反射,导致圆形光束变成椭圆形,降低了激光能量的功效,引发周边角膜消融不足,导致角膜高阶像差(higher-order aberration, HOA)增加,尤其是球面像差^[5]。为解决这个问题,引入了波前优化消融技术,通过在角膜切削区周边部施加额外的激光脉冲来降低球面像差的诱导,以保持角膜的非球面形状。目前,角膜波前像差引导(wavefront-guided, WFG)消融已被广泛应用于角膜屈光手术中^[6-7],但 WFG-TransPRK 对近视矫正中屈光结果和角膜像差影响的相关报道较少。本研究比较了 WFG-TransPRK 和常规 TransPRK 矫正中高度近视的屈光结果和角膜像差变化情况,以期为临床屈光手术方案提供一定参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2021 年 1~12 月在安徽省第二人民医院接受双眼 TransPRK 治疗的 60 例中度近视患者临床资料,根据是否采用 WFG 分为 WFG-TransPRK 组(30 例,60 眼)和 TransPRK 组(30 例,60 眼)。两组患者一般情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。纳入标准:①等效球镜度 $-3.00\sim-6.00$ D;②柱镜度 <-1.50 D;③年龄 20~40 岁;④屈光稳定至少 12 个月;⑤最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)为 20/20;⑥签署知情同意书,能够完成随访观察。排除标准:①既往有眼部外伤史及手术史;②有角膜异常者;③有潜在活动性、残留性或复发性眼部疾病;④有过其他眼部疾病史或正在服用全身性药物者。

1.2 手术方法 两组患者的角膜屈光手术由同一名高年资手术医师完成。采用优化屈光性角膜切除术-自定义消融管理软件和 Schwind Amaris 750S 准分子激光器自动设计两组患者的基本消融方案。TransPRK 组采用基本消融方案,而对于 WFG-TransPRK 组,在基本消融方案基础上采用角膜 WFG 消融曲线对角膜 HOA 进行处理。两组患者消融区设置为 6.3 mm,过渡区参数为 0.5~2.0 mm。术后佩戴角膜绷带镜 3~4 d,直到上皮完全愈合。术后滴用加替沙星滴眼液(4 次每

表 1 两组患者一般情况比较

指标	WFG-TransPRK组 (n=30,60眼)	TransPRK组 (n=30,60眼)	t/χ^2 值	P值
性别(男/女,例)	12/18	12/18		1.000
年龄(岁)	26.57±4.83	26.67±6.03	-0.071	0.944
等效球镜度(D)	-4.57±0.83	-4.50±1.20	-0.355	0.723
球镜度(D)	-4.30±0.68	-4.25±0.94	-0.388	0.699
柱镜度(D)	-0.53±0.88	-0.51±0.98	-0.098	0.922
角膜厚度(μm)	537.13±14.01	539.43±13.31	-0.922	0.359
BCVA(logMAR)	0.02±0.06	0.02±0.07	-0.578	0.564

注:WFG-TransPRK 为角膜波前像差引导的经上皮准分子激光屈光性角膜切削术,TransPRK 为经上皮准分子激光屈光性角膜切削术,BCVA 为最佳矫正视力。

天)和氟米龙滴眼液(4 次每天),持续 1 个月,然后在接下来的 3 个月内逐渐减少。

1.3 观察指标 术前对患者进行全面的眼科检查,主要包括眼前段检查、眼底检查和眼压测量等。术前和术后 6 个月分别获得患者视力[未矫正视力(uncorrected visual acuity, UCVA)、最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)]、屈光度(等效球镜度=球镜度+1/2 柱镜度)、角膜高阶像差(在暗室里采用 Pentacam 眼前节分析仪测量,包括三叶草像差、彗差、球面像差等,重复测量 3 次,取平均值进行分析)和角膜厚度等数据。并记录术后 6 个月内患者的并发症发生情况(haze、感染及弥漫性层间角膜炎等)。计算两组疗效指数(疗效指数=术后 UCVA/术前 BCVA)和安全性指数(安全性指数=术后 BCVA/术前 BCVA)^[8]。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 21.0 进行统计分析。正态分布计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,术前和术后 6 个月的数据比较采用配对样本 t 检验。偏态分布计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例或百分比表示,采用 Pearson χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 疗效和安全性比较 术后 6 个月时, WFG-TransPRK 组和 TransPRK 组疗效指数分别为 (1.10 ± 0.10) 和 (1.05 ± 0.11) , 差异无统计学意义($t=1.913, P=0.061$)。WFG-TransPRK 组和 TransPRK 组的安全指数分别为 (1.08 ± 0.14) 和 (1.06 ± 0.12) , 差异无统计学意义($t=0.775, P=0.442$)。

2.2 屈光度比较 术后 6 个月, 两组等效球镜度均升高, 但两组手术前后等效球镜度升幅比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表2 两组患者不同时间点的等效球镜度比较($\bar{x}\pm s, D$)

组别	眼数	术前	术后6个月	差值
WFG-TransPRK组	60	-4.57±0.83	0.05(-0.11, 0.40)	4.66±0.88
TransPRK组	60	-4.50±1.20	0(-0.14, 0.40)	4.57±1.26
<i>t</i> /Z值		-0.355	-0.603	0.438
<i>P</i> 值		0.723	0.546	0.662

注:WFG-TransPRK为角膜波前像差引导的经上皮准分子激光屈光性角膜切削术,TransPRK为经上皮准分子激光屈光性角膜切削术。

2.3 中央角膜厚度比较 术后6个月,两组中央角膜厚度均下降,但两组手术前后中央角膜厚度降幅比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表3。

2.4 角膜高阶像差比较 术后6个月时,两组高阶像

表3 两组患者中央角膜厚度比较($\bar{x}\pm s, \mu m$)

组别	眼数	术前	术后6个月	差值
WFG-TransPRK组	60	537.13±14.01	473.14±19.02	-63.99±11.78
TransPRK组	60	539.43±13.31	471.87±20.56	-67.56±17.97
<i>t</i> 值		-0.922	0.350	-1.285
<i>P</i> 值		0.359	0.727	0.201

注:WFG-TransPRK为角膜波前像差引导的经上皮准分子激光屈光性角膜切削术,TransPRK为经上皮准分子激光屈光性角膜切削术。

差均有一定程度升高,且TransPRK组的总高阶相差和球差的升幅高于WFG-TransPRK组($P<0.05$)。见表4。

表4 两组患者角膜高阶像差比较($\bar{x}\pm s, \mu m$)

组别	眼数	球差			垂直彗差			水平彗差		
		术前	术后6个月	差值	术前	术后6个月	差值	术前	术后6个月	差值
WFG-TransPRK组	60	0.20±0.05	0.41±0.19	0.21±0.18	-0.11(-0.16, 0.03)	-0.40±0.24	-0.32±0.20	0(-0.08, 0.11)	-0.02(-0.22, 0.15)	-0.12(-0.17, 0.07)
TransPRK组	60	0.20±0.07	0.63±0.14	0.44±0.14	-0.11(-0.17, 0)	-0.41±0.31	-0.34±0.29	0.04(-0.05, 0.10)	-0.10(-0.24, 0.27)	-0.13(-0.29, 0.17)
<i>t</i> /Z值		0.422	-7.331	-7.695	-0.047	0.241	0.396	-0.084	-0.168	-0.922
<i>P</i> 值		0.674	<0.001	<0.001	0.962	0.810	0.693	0.933	0.866	0.357

组别	眼数	垂直三叶草			倾斜三叶草			总高阶相差		
		术前	术后6个月	差值	术前	术后6个月	差值	术前	术后6个月	差值
WFG-TransPRK组	60	0.03(-0.05, 0.07)	0.03(-0.03, 0.10)	0.01(-0.02, 0.05)	-0.01(-0.05, 0.05)	0.05(-0.08, 0.12)	0.05(-0.07, 0.08)	0.34±0.08	1.04±0.15	0.70±0.14
TransPRK组	60	0.01(-0.03, 0.08)	0.04(-0.02, 0.10)	0.04(-0.02, 0.05)	-0.01(-0.07, 0.03)	0.05(-0.07, 0.10)	0.01(0, 0.12)	0.35±0.08	1.32±0.26	0.96±0.25
<i>t</i> /Z值		-0.358	-0.074	-0.126	-0.885	-0.295	-0.843	-0.637	-7.097	-6.958
<i>P</i> 值		0.720	0.941	0.899	0.376	0.768	0.399	0.525	<0.001	<0.001

注:WFG-TransPRK为角膜波前像差引导的经上皮准分子激光屈光性角膜切削术,TransPRK为经上皮准分子激光屈光性角膜切削术。

2.5 并发症比较 随访6个月,WFG-TransPRK组和TransPRK组haze分别发生3眼(0.5级haze 3眼)和4眼(1级haze 1眼,0.5级haze 3眼),差异无统计学意义($\chi^2=0.162, P=0.697$)。术后发生haze者使用糖皮质激素滴眼液后消失。所有患者均未见感染、弥漫性层间角膜炎及皮质类固醇高眼压等并发症。

3 讨论

激光消融曲线是近些年进行屈光手术的眼科医师不断寻求的改善患者术后视觉质量的方法,此法不仅可以解决低阶像差,如近视和散光,还可以矫正高阶像差,如球差、彗差和三叶草等^[9-10]。WFG消融曲线通过使用波前像差引导技术对术前患眼像差进行测量,并尝试纠正低阶和高阶像差,目的是通过减少术前或术源性高阶像差来为患者提供最佳的术后视觉质量^[11]。本研究发现WFG-TransPRK在矫正高阶角膜像差或球面像差的患者中具有显著优势。

本研究表明,两种方法治疗中度近视都是有效和安全的。随访6个月,两种方法的疗效指数、安全指数和并发症发生率差异不显著,与既往研究^[12-13]基本一致。WFG-TransPRK和常规TransPRK治疗前后等效球镜度升幅、中央角膜厚度降幅比较,差异不显著。研究^[14]显示,角膜切削深度越大,像差增加的程度越高。在本研究中,TransPRK组手术前后总高阶相差和球差升幅明显高于WFG-TransPRK组,但两组中央角膜厚度降幅差异不显著。可能与波前优化消融技术原理有关,其主要通过去除周边更多基质组织来保持角膜的基本形状,从而降低球面像差。因此,两组中央角膜厚度变化基本一致,而两组角膜厚度差异可能主要集中于切屑区周边部。

传统的近视激光手术可以纠正低阶像差(离焦和散光)并改善视觉质量,但无法降低术前存在和手术引起的HOA^[15]。因此,波前像差优化和波前像差引导两种治疗曲线被广泛用于减少术源性HOA^[16-17]。研究^[18]

表明,在 PRK 手术过程中,采用波前像差优化和波前像差引导的总角膜 HOA 均增加,但波前像差引导组患者的增加量更小。提示波前像差优化和波前像差引导消融曲线能够降低角膜高阶像差来为患者提供最佳的视觉质量。本研究中,WFG-TransPRK 组患者球面像差明显低于 TransPRK 组。可能是由于 WFG 对每个患者的 HOA 分析是基于其术前测量结果,故 WFG 消融曲线能提供手术方案参考,从而减少术源性 HOA^[19]。相较于其他类型的角膜像差,球面像差是对视觉质量影响最明显的 HOA。这提示角膜 WFG 技术可能更有利于患者在 PRK 术后获得满意的视觉功能。另外,本研究发现两组患者在术后 6 个月时垂直彗差明显增加。彗差的增加可能与 TransPRK 术后下方角膜厚度大于上方有关^[20]。

综上所述,角膜波前像差引导的 TransPRK 和常规 TransPRK 均能有效改善患者术后视觉和屈光结果,且角膜波前像差引导的 TransPRK 所引起的球面像差比常规 TransPRK 少,对于具有高角膜像差或球面像差的患者可能更有利。

参考文献

- [1] WU Y, WANG S, WANG G, et al. Corneal asphericity and higher-order aberrations after FS-LASIK and trans-PRK for myopia[J]. *J Ophthalmol*, 2021,2021:3765046.
- [2] 杨晓宁,单武强,金丽娟,等. TransPRK 与 LASEK 术治疗高度近视的临床疗效[J]. *国际眼科杂志*, 2015, (12): 2134-2136.
- [3] ASLANIDES I M, KYMIONIS G D. Trans advanced surface laser ablation (TransPRK) outcomes using smart pulse technology[J]. *Cont Lens Anterior Eye*,2017,40(1):42-46.
- [4] JIANG J, JHANJI V, SUN L, et al. Comparison of visual quality after femto-LASIK and TransPRK in patients with low and moderate myopia[J]. *Int Ophthalmol*,2020,40(6):1419-1428.
- [5] KANG M J, HWANG J, CHUNG S H. Comparison of corneal wavefront-optimized and wavefront-guided alcohol-assisted photorefractive keratectomy using Schwind Amaris 750S Laser for myopia[J]. *Korean J Ophthalmol*,2020,34(3):210-218.
- [6] JUN I, KANG D S Y, ARBA-MOSQUERA S, et al. Comparison between wavefront-optimized and corneal wavefront-guided transepithelial photorefractive keratectomy in moderate to high astigmatism[J]. *BMC Ophthalmol*,2018,18(1):154.
- [7] MANCHE E, ROE J. Recent advances in wavefront-guided LASIK[J]. *Curr Opin Ophthalmol*,2018,29(4):286-291.
- [8] 杜晓豪,张佳,苏蒙,等. 智能脉冲技术辅助的 TransPRK 矫正高度近视的效果和安全性评估[J]. *中华实验眼科杂志*, 2021, 39(12):1053-1058.
- [9] HE L, MANCHE E E. Contralateral eye-to-eye comparison of wavefront-guided and wavefront-optimized photorefractive keratectomy: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2015,133(1):51-59.
- [10] KARIMIAN F, FEIZI S, JAFARINASAB M R. Conventional versus custom ablation in photorefractive keratectomy: randomized clinical trial[J]. *J Cataract Refract Surg*,2010,36(4): 637-643.
- [11] MASTROPASQUA L, TOTO L, ZUPPARDI E, et al. Zyoptix wavefront-guided versus standard photorefractive keratectomy (PRK) in low and moderate myopia: randomized controlled 6-month study[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2006, 16(2): 219-228.
- [12] 石志成,彭超,罗小柳,等. 角膜波前像差引导 TPRK 矫正低中度近视效果观察[J]. *吉林医学*, 2021, 42(2):350-352.
- [13] XI L, ZHANG C, HE Y. Single-step Transepithelial photorefractive keratectomy in the treatment of mild, moderate, and high myopia: six month results[J]. *BMC Ophthalmol*,2018,18 (1):209.
- [14] 胡亮,余野,吴江秀,等. 近视 LASIK 术后人眼波前像差与中央角膜厚度、切削深度的相关性研究[J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2010, 12(5):357-362.
- [15] WANG Y, ZHAO K X, HE J C, et al. Ocular higher-order aberrations features analysis after corneal refractive surgery [J]. *Chin Med J (Engl)*,2007,120(4):269-273.
- [16] HAMAM K M, GBREEL M I, ELSHEIKH R, et al. Outcome comparison between wavefront-guided and wavefront-optimized photorefractive keratectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2020, 68(12): 2691-2698.
- [17] SMITH R G, MANCHE E E. One-year outcomes from a prospective, randomized, eye-to-eye comparison of wavefront-guided and wavefront-optimized prk in myopia[J]. *J Refract Surg*,2020,36(3):160-168.
- [18] JUN I, KANG D S, TAN J, et al. Comparison of clinical outcomes between wavefront-optimized versus corneal wavefront-guided transepithelial photorefractive keratectomy for myopic astigmatism[J]. *J Cataract Refract Surg*,2017, 43(2):174-182.
- [19] RUSSO A, FILINI O, SALVALAI C, et al. Two-year changes in corneal spherical aberration after laser-assisted in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy in regular and wavefront-guided ablations[J]. *Ophthalmol Ther*,2021,10 (4):1003-1014.
- [20] XI L. Wavefront properties of the anterior and posterior corneal surface after transepithelial photorefractive keratectomy in myopia[J]. *Exp Ther Med*,2020,19(2):1183-1188.

(2022-10-08 收稿)

(本文编校:刘菲,胡欣)