

# SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 与 SMILE 术后视觉质量的比较

袁 正,周春阳,周跃华,李 羽

引用:袁正,周春阳,周跃华,等. SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 与 SMILE 术后视觉质量的比较. 国际眼科杂志 2023; 23(3):390-394

基金项目:四川省中医药管理局科研项目(No.2021MS296)

作者单位:(610075)中国四川省成都市,成都中医药大学眼科学院

作者简介:袁正,成都中医药大学在读硕士研究生,研究方向:屈光手术。

通讯作者:周春阳,毕业于成都中医药大学,博士,副教授,硕士研究生导师,研究方向:角膜病、屈光手术. 19981008@cdutcm.edu.cn

收稿日期:2022-07-05 修回日期:2023-02-14

## 摘要

**目的:**比较智能脉冲技术(SPT)辅助的 1050Hz 切削频率经上皮准分子激光角膜切削术(TransPRK)与飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)矫正近视和散光的视觉质量。

**方法:**纳入 2020-07/2021-01 在成都中医药大学附属眼科医院接受角膜屈光手术的 138 例 248 眼患者,按术式分为 TransPRK 组(64 例 123 眼)和 SMILE 组(74 例 125 眼)。术后随访 6mo,记录 LogMAR 视力,使用 Sirius 眼前节综合分析仪测量术前和术后不同时间点 6mm 瞳孔直径下斯特列尔比值(SR)和高阶像差。

**结果:**与 SMILE 组相比,术后 1wk,1mo,TransPRK 组 UCVA 更差(均  $P<0.05$ );术后 6mo,TransPRK 组 UCVA 更优( $P<0.05$ )。术后 1wk,1mo,TransPRK 组 SR 值比 SMILE 组低(均  $P<0.05$ );术后 3,6mo,两组间 SR 值无显著差异( $P=0.968,0.433$ )。术后 1wk,两组间彗差无显著差异( $P=0.554$ );术后 1,3,6mo,TransPRK 组彗差比 SMILE 组更低(均  $P<0.05$ )。术后 1wk,1,3mo,TransPRK 组三叶草像差比 SMILE 组更高(均  $P<0.05$ );术后 6mo,两组间三叶草像差无显著差异( $P=0.167$ )。术后 6mo,TransPRK 组和 SMILE 组 UCVA 分别为  $-0.13\pm 0.05$ 、 $-0.11\pm 0.08$ ,均优于各组术前的 BCVA ( $-0.07\pm 0.05$ 、 $-0.07\pm 0.05$ ) (均  $P<0.05$ );且各组 SR 值较术前更高(均  $P<0.05$ )。

**结论:**SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 与 SMILE 矫正近视和散光术后均可获得较好的视力,SMILE 术后 1wk,1mo 的视觉质量更好,但 SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 术后 6mo 的视力优于 SMILE,且角膜彗差更小。

**关键词:**近视;视觉质量;智能脉冲技术(SPT);经上皮准分子激光角膜切削术(TransPRK);飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.3.08

## Comparison of visual quality after refractive surgery between smart pulse technology - assisted transepithelial photorefractive keratectomy of 1050Hz ablation frequency and small incision lenticule extraction

Zheng Yuan, Chun-Yang Zhou, Yue-Hua Zhou, Yu Li

**Foundation item:** Science Foundation of Sichuan Traditional Chinese Medicine Administration Bureau (No.2021MS296)  
Eye School of Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, Sichuan Province, China

**Correspondence to:** Chun-Yang Zhou. Eye School of Chengdu University of TCM, Chengdu 610075, Sichuan Province, China. 19981008@cdutcm.edu.cn

Received:2022-07-05 Accepted:2023-02-14

## Abstract

• **AIM:** To compare the visual quality between smart pulse technology - assisted (SPT) transepithelial photorefractive keratectomy (TransPRK) of 1050Hz ablation frequency and small incision lenticule extraction (SMILE) for myopia and astigmatism.

• **METHODS:** A total of 138 cases (248 eyes) who received corneal refractive surgery in the Eye Hospital of Chengdu University of TCM were enrolled from July 2020 to January 2021. The patients were divided into TransPRK group (64 cases, 123 eyes) and SMILE group (74 cases, 125 eyes) according to the surgical method. The follow-up duration was 6mo. Strehl ratio (SR) and high-order aberration at 6mm pupil diameter measured by Sirius anterior segment integrated analyzer and LogMAR visual acuity were recorded at different preoperative and postoperative time points.

• **RESULTS:** The uncorrected visual acuity (UCVA) of TransPRK group was worse than SMILE group at 1wk and 1mo after surgery (all  $P<0.05$ ), but UCVA was better in TransPRK group at 6mo after surgery ( $P<0.05$ ). SR in TransPRK group was lower than that in SMILE group at 1wk and 1mo after surgery (all  $P<0.05$ ). There was no significant difference in SR between the two groups at 3 and 6mo after surgery ( $P=0.968,0.433$ ). At 1wk after surgery, there was no significant difference in coma between the two groups ( $P=0.554$ ). At 1, 3, and 6mo after surgery, coma in the TransPRK group was lower

than that in SMILE group (all  $P < 0.05$ ). At 1wk, 1 and 3mo after surgery, the trefoil aberration in TransPRK group was higher than that in SMILE group (all  $P < 0.05$ ). At 6mo after surgery, there was no significant difference in trefoil aberration between the two groups ( $P = 0.167$ ). At 6mo after surgery, UCVA of TransPRK group and SMILE group were  $-0.13 \pm 0.05$  and  $-0.11 \pm 0.08$ , respectively, which were better than the best corrected visual acuity (BCVA) before surgery ( $-0.07 \pm 0.05$  and  $-0.07 \pm 0.05$ ; all  $P < 0.05$ ). Furthermore, the SR of both groups was higher than that before surgery (all  $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Both SPT-assisted TransPRK of 1050Hz ablation frequency and SMILE can achieve better visual acuity after refractive surgery, while SMILE has better visual quality at 1wk and 1mo after surgery. However, SPT-assisted TransPRK of 1050Hz ablation frequency has better visual acuity at 6mo after surgery than SMILE, and the coma is smaller.

• **KEYWORDS:** myopia; visual quality; smart pulse technology (SPT); transepithelial photorefractive keratectomy (TransPRK); small incision lenticule extraction (SMILE)

**Citation:** Yuan Z, Zhou CY, Zhou YH, *et al.* Comparison of visual quality after refractive surgery between smart pulse technology-assisted transepithelial photorefractive keratectomy of 1050Hz ablation frequency and small incision lenticule extraction. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(3):390-394

## 0 引言

经上皮准分子激光角膜切削术 (transepithelial photorefractive keratectomy, TransPRK) 和飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 矫正屈光不正安全、有效、可预测性好, 是目前主流的角膜屈光手术方式<sup>[1-4]</sup>。临床上, 视力是评估整体视功能最常用的参数, 但越来越多的人更加关注术后视觉质量的改善。随着一系列技术改进, 一种称为智能脉冲技术 (smart pulse technology, SPT) 的激光消融模式已经应用于 TransPRK。SPT 辅助的 TransPRK 可以优化激光消融过程中脉冲的几何排列, 使角膜基质床更光滑。同时结合 1050Hz 的切削频率和 7 维眼球跟踪技术使得激光切削更快更精准, 术后角膜再上皮化速度更快, 视力恢复更早, 视觉质量更好<sup>[5-6]</sup>。本研究通过比较 SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 与 SMILE 矫正近视散光术后不同时间点的视力、斯特列尔比值 (strehl ratio, SR) 和角膜前表面高阶像差, 探讨其中的变化和差异, 为手术方式的选择提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性研究。纳入 2020-07/2021-01 在成都中医药大学附属眼科医院接受角膜屈光手术的近视散光患者 138 例 248 眼, 按术式分为 TransPRK 组和 SMILE 组。TransPRK 组 64 例 123 眼, 其中男 25 例 48 眼, 女 39 例 75 眼; 年龄 18~36 (平均  $25.05 \pm 5.01$ ) 岁; 等效球镜度 (spherical equivalent, SE) 为  $-1.38 \sim -7.25$  (平均  $-4.21 \pm 1.31$ ) D。SMILE 组 74 例 125 眼, 其中男 30 例 53 眼, 女 44 例 72 眼; 年龄 18~39 (平均  $25.07 \pm 6.71$ ) 岁; SE 为  $-1.88 \sim -7.25$  (平均  $-4.48 \pm 1.16$ ) D。两组患者术前基线数据比

较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表 1)。纳入标准: (1) 患者有摘镜意愿, 且有合理的手术期望; (2) 年龄 18~45 岁; (3) 屈光度  $\leq -8.00$ D, 且度数基本稳定 (每年增长不超过 0.50D)  $\geq 2a$ ; (4) 记录 LogMAR 视力, 最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)  $\leq 0.1$ ; (5) 接触镜配戴者应停止使用; 球性软镜、硬性角膜接触镜以及角膜塑形镜应分别停戴至少 1、3wk, 3mo 以上; (6) 无手术禁忌证。本研究经成都中医药大学附属眼科医院医学伦理委员会审核通过 (编号: 2020yh-004), 患者均签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 术前常规检查** 包括 LogMAR 视力、眼压、验光、主视眼、眼位、裂隙灯检查、泪液分泌试验、Sirius 眼前节综合分析、瞳孔直径、角膜厚度、超广角眼底照相。

**1.2.2 手术方法** (1) TransPRK: 术前 3d 术眼滴用左氧氟沙星滴眼液和玻璃酸钠滴眼液 (均 4 次/日); 溴芬酸钠滴眼液 (2 次/日)。使用 Amaris1050RS 准分子激光机进行手术, 选择 SPT 引导的消像差模式, 激光切削频率为 1050Hz。术前设计并导入手术相关参数, 术中准分子激光一步完成角膜组织的切削, 切削光学区直径为 6.3~7.3mm, 过渡区由软件自动计算。切削完成后冲洗基质床, 并配戴绷带镜。(2) SMILE: 术前 3d 用药与 TransPRK 基本相同。使用 VisuMax 飞秒激光系统进行手术, 角膜帽厚度设定为 110 $\mu$ m, 手术切口位于 90°, 切口长度为 2mm。嘱患者摆正头位并注视绿灯, 飞秒激光扫描制作透镜后, 依次分离透镜上、下层, 将分离的完整角膜基质透镜从小切口取出, 冲洗角膜基质床并确认层间无异物。

**1.2.3 术后用药及随访** 术后第 1wk, 两组患者在常规使用左氧氟沙星滴眼液 (4 次/日)、妥布霉素地塞米松滴眼液 (4 次/日) 的基础上, TransPRK 组增加小牛血去蛋白提取物 (4 次/日) 和溴芬酸钠滴眼液 (2 次/日); SMILE 组增加玻璃酸钠滴眼液 (4 次/日)。术后 7d 开始, 两组均使用玻璃酸钠滴眼液 (均 4 次/日, 持续至术后 3mo) 和 1g/L 氟米龙滴眼液 (TransPRK 组和 SMILE 组分别点眼至术后 3mo 和术后 1mo, 期间规律减量)。术后随访 6mo, 随访内容包括裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA)、屈光度、眼压、角膜地形图、裂隙灯显微镜等。使用 Sirius 眼前节综合分析系统测量角膜, 选择成像质量最佳的图像进行分析, 获取角膜 6mm 瞳孔直径下 SR 值以及前表面高阶像差 (包括总高阶像差、彗差、球差、三叶草像差) 的均方根值。

统计学分析: 使用 SPSS26.0 统计软件进行统计分析, 符合正态分布的计量资料使用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。两组多个时间点比较采用重复测量资料的方差分析; 各时间点组间差异比较采用独立样本  $t$  检验; 各组时间差异比较采用两两比较的 LSD- $t$  检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组术后各时间点 UCVA 比较** 两组多个时间点 UCVA 比较, 差异有统计学意义 ( $F_{\text{组间/时间/交互}} = 28.026, 122.642, 57.197$ , 均  $P < 0.001$ )。术后 1wk, 1mo, TransPRK 组 UCVA 比 SMILE 组差 (均  $P < 0.001$ ); 术后 3mo, 两组 UCVA 比较无显著差异 ( $P = 0.106$ ); 术后 6mo, TransPRK 组 UCVA 优于 SMILE 组 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表1 两组患者术前基线资料比较

组别	例数	年龄(岁)	球镜度(D)	柱镜度(D)	SE(D)	BCVA(LogMAR)	$\bar{x} \pm s$
TransPRK 组	64	25.05±5.01	-3.88±1.36	-0.65±0.52	-4.21±1.31	-0.07±0.05	
SMILE 组	74	25.07±6.71	-4.17±1.15	-0.60±0.41	-4.48±1.16	-0.07±0.05	
<i>t</i>		-0.021	1.844	-0.743	1.718	0.729	
<i>P</i>		0.984	0.066	0.458	0.087	0.467	
组别	例数	SR	总高阶像差(μm)	彗差(μm)	球差(μm)	三叶草像差(μm)	$\bar{x} \pm s$
TransPRK 组	64	0.12±0.06	0.33±0.10	0.19±0.11	0.16±0.05	0.14±0.09	
SMILE 组	74	0.12±0.05	0.32±0.09	0.19±0.10	0.16±0.06	0.13±0.07	
<i>t</i>		0.439	0.624	0.037	-0.346	0.930	
<i>P</i>		0.661	0.533	0.970	0.730	0.353	

2.2 两组术后各时间点 SR 值比较 两组多个时间点 SR 值比较,差异有统计学意义( $F_{\text{组间/时间/交互}} = 6.874, 13.322, 11.730, P_{\text{组间/时间/交互}} = 0.009, <0.001, <0.001$ )。术后 1wk, 1mo, TransPRK 组 SR 值均低于 SMILE 组(均  $P < 0.001$ ) ; 术后 3, 6mo, 两组 SR 值比较均无显著差异 ( $P = 0.968, 0.433$ ), 见表 3。

2.3 两组术后各时间点高阶像差比较 两组多个时间点总高阶像差、彗差、球差、三叶草像差比较时间均有差异, 彗差和三叶草像差组间均有差异, 总高阶像差和球差组间均无差异 ( $F_{\text{组间/时间/交互}} = 0.039, 127.606, 3.876, P_{\text{组间/时间/交互}} = 0.844, <0.001, 0.007; F_{\text{组间/时间/交互}} = 6.073, 42.068, 7.304, P_{\text{组间/时间/交互}} = 0.014, <0.001, <0.001; F_{\text{组间/时间/交互}} = 0.013, 67.216, 4.754, P_{\text{组间/时间/交互}} = 0.909, <0.001, 0.003; F_{\text{组间/时间/交互}} = 9.721, 8.896, 2.119, P_{\text{组间/时间/交互}} = 0.002, <0.001, 0.085$ ), 见表 4、5。进一步比较各时间点组间差异, 术后 1wk, 两组彗差比较无显著差异 ( $P = 0.554$ ) ; 而术后 1, 3, 6mo, TransPRK 组彗差均低于 SMILE 组(均  $P < 0.05$ )。术后 1wk, 1, 3mo, TransPRK 组三叶草像差均高于 SMILE 组(均  $P < 0.05$ ) ; 但术后 6mo, 两组三叶草像差无显著差异 ( $P = 0.167$ ), 见表 5。

2.4 两组术前与术后 6mo 视觉质量比较 术后 6mo, TransPRK 组和 SMILE 组的 UCVA 分别为  $-0.13 \pm 0.05, -0.11 \pm 0.08$ , 均优于各组术前的 BCVA ( $-0.07 \pm 0.05, -0.07 \pm 0.05$ ), 差异均有统计学意义 ( $P < 0.001$ ) ; 各组 SR 值较术前均明显升高(均  $P < 0.05$ )。与术前相比, 各组除三叶草像差无显著差异外 ( $P = 0.456, 0.696$ ), 其余总高阶像差、彗差和球差均明显增加(均  $P < 0.001$ ), 见表 6。

### 3 讨论

SPT 辅助的 TransPRK 术中利用准分子激光一步完成角膜上皮的消融和屈光矫正, 激光脉冲为富勒烯模型分布, 切剖面更加光滑<sup>[7]</sup>。同时结合 7 维眼球跟踪技术且拥有更快的切削频率 (1050Hz), 相较于以往的 TransPRK 术, 其手术时间更短, 术后疼痛反应更轻、角膜再上皮化更快, 发生上下雾状混浊的可能性更小<sup>[8-9]</sup>。SMILE 使用飞秒激光扫描在角膜基质层制作微透镜, 再通过微切口取出, 具有无瓣、微创的优点。术后能够减少瓣源性像差和医源性干眼, 更好地恢复角膜知觉, 保留更强的角膜生物学作用<sup>[10-11]</sup>。

本研究中, 各组患者术后 6mo 的 UCVA 均优于术前 BCVA。从眼镜光学角度分析, 近视术后相对于术前配戴框架眼镜而言视网膜像更大, 眼镜放大率的改变或许是术后视力提升的主要原因<sup>[12-13]</sup>。进一步对比术后不同时间

表2 两组术后各时间点 UCVA 比较 ( $\bar{x} \pm s, \text{LogMAR}$ )

组别	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
TransPRK 组	0.05±0.11	-0.07±0.08	-0.11±0.06	-0.13±0.05
SMILE 组	-0.08±0.08	-0.11±0.08	-0.12±0.07	-0.11±0.08
<i>t</i>	10.626	3.901	1.624	-1.991
<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.106	0.048

表3 两组术后各时间点 SR 值比较  $\bar{x} \pm s$

组别	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
TransPRK 组	0.13±0.04	0.14±0.04	0.16±0.05	0.16±0.05
SMILE 组	0.16±0.05	0.16±0.04	0.16±0.05	0.16±0.05
<i>t</i>	-3.817	-3.626	-0.040	0.785
<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.968	0.433

点两组间 UCVA 发现, 术后 1wk, 1mo 时 SMILE 组的 UCVA 优于 TransPRK 组, 与赵丹丹<sup>[14]</sup>的研究结果相符。而随着时间推移, 本研究术后 6mo 时 TransPRK 组的 UCVA 优于 SMILE 组, 这与穆建华<sup>[15]</sup>的研究结果不符。SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 术后早期 UCVA 恢复慢可能与角膜损伤修复以及上皮重塑过程有关。伴随着角膜的逐渐恢复, SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 术后 UCVA 逐渐提升甚至优于 SMILE, 可能与采用智能脉冲、1050Hz 切削频率、微小激光光斑(直径 0.54μm) 和 7 维无延时眼球跟踪等先进技术, 术后角膜切剖面更平滑, 引入的术源性像差更少有关<sup>[16-17]</sup>。

眼的点扩散函数 (point spread function, PSF) 指一个点状物体经过眼的屈光系统后在视网膜上成像的光强度分布, 是评价视觉质量的客观指标之一。SR 是 PSF 常用的评判指标, SR 值越大, 表明视网膜上成像质量越好。通过比较发现, 本研究中 TransPRK 组术后 1wk, 1mo 时 SR 值低于 SMILE 组; 而术后 3, 6mo 两组 SR 值无显著差异。提示随着 SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 术后角膜的恢复, 其术后中期视网膜成像质量与 SMILE 组相当, 但远期是否存在差异尚待观察。

角膜高阶像差是评价视觉质量的重要指标, 角膜屈光手术主要通过改变低阶像差矫正屈光不正, 术中不可避免地会引入一些高阶像差进而影响患者的视觉质量<sup>[18-19]</sup>。其中球差、彗差以及三叶草像差对成像质量的影响尤为突出<sup>[20-21]</sup>, 球差是角膜非球面性的评价指标, 彗差和三叶草像差则反映了人眼屈光特征的非对称性。本研究中除三

表 4 两组术后各时间点总高阶像差和球差比较

( $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$ )

组别	总高阶像差				球差			
	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
TransPRK 组	0.47±0.14	0.43±0.12	0.44±0.13	0.47±0.13	0.19±0.12	0.19±0.11	0.22±0.14	0.27±0.14
SMILE 组	0.43±0.13	0.45±0.14	0.45±0.13	0.48±0.13	0.22±0.10	0.19±0.10	0.21±0.10	0.25±0.11

表 5 两组术后各时间点彗差和三叶草像差比较

( $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$ )

组别	彗差				三叶草像差			
	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo	术后 1wk	术后 1mo	术后 3mo	术后 6mo
TransPRK 组	0.25±0.15	0.23±0.14	0.23±0.13	0.25±0.13	0.18±0.09	0.18±0.09	0.16±0.08	0.15±0.07
SMILE 组	0.26±0.15	0.29±0.16	0.29±0.15	0.31±0.15	0.15±0.08	0.15±0.09	0.13±0.08	0.14±0.08
<i>t</i>	-0.593	-3.180	-3.142	-3.080	3.449	2.215	3.050	1.385
<i>P</i>	0.554	0.002	0.002	0.002	0.001	0.028	0.003	0.167

表 6 两组术前与术后 6mo 视觉质量比较

$\bar{x} \pm s$

组别	时间	SR	总高阶像差 ( $\mu\text{m}$ )	彗差 ( $\mu\text{m}$ )	球差 ( $\mu\text{m}$ )	三叶草像差 ( $\mu\text{m}$ )
TransPRK 组	术前	0.12±0.06	0.33±0.10	0.19±0.11	0.16±0.05	0.14±0.09
	术后 6mo	0.16±0.05	0.47±0.13	0.25±0.13	0.27±0.14	0.15±0.07
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.456
SMILE 组	术前	0.12±0.05	0.32±0.09	0.19±0.10	0.16±0.06	0.13±0.07
	术后 6mo	0.16±0.05	0.48±0.13	0.31±0.15	0.25±0.11	0.14±0.08
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.696

叶草像差外,各组术后 6mo 角膜前表面总高阶像差、彗差和球差相比于术前均明显增加,与既往的研究结果相似<sup>[14-15,22]</sup>。通过进一步比较两组间术后不同时间点的高阶像差发现,术后 6mo,两组间总高阶像差、球差和三叶草像差均没有显著差异。但术后 1、3、6mo 时,TransPRK 组彗差相比于 SMILE 组均更低,这与 Zheng 等<sup>[23]</sup>和 Lee 等<sup>[24]</sup>研究结果相似,但是赵丹丹<sup>[14]</sup>和穆建华<sup>[15]</sup>的研究结果表明两组间彗差无显著差异,与本研究结果不符。有研究指出,SMILE 手术虽无需制作角膜瓣,但小切口处的角膜伤口愈合反应仍可能会影响角膜的对称性,进而诱导更高的彗差<sup>[25]</sup>;且 Li 等<sup>[26]</sup>研究发现 SMILE 术后彗差的增加与术中偏心程度密切相关。因此,本研究中 SMILE 术后彗差更高可能与手术切口的愈合反应和术中偏心有关。相较而言,SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 使用了虹膜定位技术,术中可以进行 7 维无延时眼球跟踪及时发现和纠正眼球运动,使得激光切削精度更高,有效减少偏心切削;且术后没有角膜切口,引入彗差的比例可能更低。

综上所述,SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 与 SMILE 矫正近视和散光术后均可获得较好的视力,SMILE 术后 1wk,1mo 的视觉质量更好,但 SPT 辅助的 1050Hz 切削频率 TransPRK 术后 6mo 的视力优于 SMILE,且角膜彗差更小。本研究随访时间较短且选取的评价视觉质量的指标相对较少,两者间远期的视觉质量差异有无变化,需延长随访时间并扩大样本量,结合客观和主观视觉质量评估体系进一步明确。

参考文献

1 杜玉芹,周春阳,文龙,等.智能脉冲技术辅助的经上皮准分子激光角膜切削术(Trans-PRK)矫正中低度近视.眼科新进展 2019;39(10):973-975,979

2 Titiyal JS, Kaur M, Shaikh F, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) techniques: patient selection and perspectives. *Clin Ophthalmol* 2018;12:1685-1699

3 Yesilkaya C, Arıcı M, Yıldırım Y, et al. Short and long term outcomes after small - incision lenticule extraction: a tertiary referral centre experience. *J Fr Ophtalmol* 2020;43(8):753-760

4 Sabau A, Daas L, Behkit A, et al. Efficacy, safety, and predictability of transepithelial photorefractive keratectomy: meta-analysis. *J Cataract Refract Surg* 2021;47(5):634-640

5 Du X, Zhang J, Su M, et al. Clinical Outcomes of Aberration-Free All Surface Laser Ablation (ASLA) vs. Aberration-Free ASLA Assisted by Smart Pulse Technology in High Myopia: A One-Year Follow-Up Study. *J Ophthalmol* 2021;2021:2588765

6 Adib-Moghaddam S, Soleyman-Jahi S, Sanjari Moghaddam A, et al. Efficacy and safety of transepithelial photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(10):1267-1279

7 de Ortueta D, von Rüdén D. Transepitheliale photorefraktive keratektomie. *Ophthalmologe* 2019;116(6):534-541

8 Vinciguerra P, Camesasca FI, Vinciguerra R, et al. Advanced surface ablation with a new software for the reduction of ablation irregularities. *J Refract Surg* 2017;33(2):89-95

9 Abdelwahab SM, Salem MH, Elfayoumi MA. Single - step transepithelial photorefractive keratectomy in low to moderatemyopia: a one-year follow-up study. *Clin Ophthalmol* 2021;15:3305-3313

10 Lang M, Cao KW, Liu T, et al. Five - year results of refractive outcomes and vision-related quality of life after SMILE for the correction of high myopia. *Int J Ophthalmol* 2021;14(9):1365-1370

11 A ğca A, Çakır I, Aygün BT, et al. Visual and refractive outcomes of small-incision lenticule extraction in high myopia: 5 - year results. *J Ophthalmol* 2018;2018:5893126

12 瞿佳.眼视光学理论和方法.第3版.北京:人民卫生出版社 2018:66-68

- 13 黄芳, 薛安全, 孙涛, 等. 高度近视眼矫正透镜放大率与视力. 眼视光学杂志 2006;8(6):367-370
- 14 赵丹丹. SMILE 与智能脉冲技术的 TransPRK 术后疗效对比分析. 中国激光医学杂志 2021;30(1):46
- 15 穆建华. SMILE 与 TransPRK 治疗中低度近视疗效对比. 齐齐哈尔医学院学报 2021;42(2):112-115
- 16 杜玉芹, 周春阳, 周跃华, 等. 智能脉冲技术的 TransPRK 与 SMILE 矫正近视的疗效比较. 中华实验眼科杂志 2020;38(6):489-493
- 17 Alasmari M, Alfawaz AM, Alfawaz A. Transepithelial photorefractive keratectomy to treat mild myopia. *Int Ophthalmol* 2021; 41 (7): 2575-2583
- 18 Jin HY, Wan T, Yu XN, *et al.* Corneal higher-order aberrations of the anterior surface, posterior surface, and total cornea after small incision lenticule extraction (SMILE): high myopia versus mild to moderate myopia. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):295
- 19 Gyldenkerne A, Ivarsen A, Hjortdal J. Optical and visual quality after small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2019;45(1):54-61
- 20 朱映芳, 郭小健, 王华, 等. 近视患者眼高阶像差分析. 眼科新进展 2005;25(3):254-256
- 21 陈松林, 郭露, 邹莉, 等. 高度近视患者 SMILE 和 FS-LASIK 术后早期视觉质量的比较. 国际眼科杂志 2021;21(5):890-894
- 22 Jin HY, Wan T, Wu F, *et al.* Comparison of visual results and higher-order aberrations after small incision lenticule extraction (SMILE): high myopia vs. mild to moderate myopia. *BMC Ophthalmol* 2017;17(1):118
- 23 Zheng ZY, Zhang MZ, Jhanji V, *et al.* Comparison between aberration-free transepithelial photorefractive keratectomy and small incision lenticule extraction for correction of myopia and myopic astigmatism. *Int Ophthalmol* 2021;41(1):303-314
- 24 Lee H, Yong Kang DS, Reinstein DZ, *et al.* Comparing corneal higher-order aberrations in corneal wavefront-guided transepithelial photorefractive keratectomy versus small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(6):725-733
- 25 Chen XQ, Wang Y, Zhang JM, *et al.* Comparison of ocular higher-order aberrations after SMILE and Wavefront-guided Femtosecond LASIK for myopia. *BMC Ophthalmol* 2017;17(1):42
- 26 Li MY, Zhao J, Miao HM, *et al.* Mild decentration measured by a Scheimpflug camera and its impact on visual quality following SMILE in the early learning curve. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55 (6): 3886-3892