

不同程度近视散光患者 TransPRK 术后功能性光学区的临床分析

谭海波, 张伟

引用: 谭海波, 张伟. 不同程度近视散光患者 TransPRK 术后功能性光学区的临床分析. 国际眼科杂志 2023; 23(9): 1466-1470

作者单位: (224000) 中国江苏省盐城市, 盐城顾泽潮聚眼科医院屈光科

作者简介: 谭海波, 男, 博士, 副主任医师, 研究方向: 角膜屈光临床与基础研究。

通讯作者: 张伟, 男, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 角膜屈光临床与基础研究. thbbobo@126.com

收稿日期: 2023-05-15 修回日期: 2023-08-01

摘要

目的: 评估术前近视散光大小及角膜前表面曲率对经上皮准分子激光角膜表面切削术 (TransPRK) 后功能性光学区 (FOZ) 的影响。

方法: 采用回顾性分析, 选择近视及近视散光患者 78 例 130 眼应用 TransPRK 治疗, 根据柱镜度不同分为: 对照组, 柱镜度 0D; 中度散光组, 柱镜度 -0.50 ~ -2.00D; 高度散光组, 柱镜度 > -2.00 ~ < -6.00D。测量并比较术后 6mo 三组 FOZ 大小, 分析拟矫屈光度、角膜前表面曲率变化、角膜像差变化、Q 值变化与 FOZ 的相关性。

结果: 术后 6mo, 对照组平均 FOZ 为 5.16 ± 0.12 mm, 中度散光组为 5.29 ± 0.23 mm, 高度散光组为 5.49 ± 0.23 mm ($P < 0.001$)。高度散光组 FOZ 明显大于中度散光组和对照组 ($P < 0.05$, < 0.001); Pearson 相关分析表明, 等效球镜度变化量、角膜总高阶像差 (HOAs) 变化量、彗差变化量、球差变化量与 FOZ 均呈负相关 (均 $P < 0.05$); 陡峭曲率 (K2)、平均曲率 (Km)、角膜散光变化量、Q 值变化量与 FOZ 均呈正相关 (均 $P < 0.01$)。多元线性回归分析表明, 在去除其他危险因素后, 术前 K2 仍与 FOZ 呈正相关 ($P < 0.001$)。

结论: 高度散光患者在 TransPRK 后获得较大 FOZ 和引入较少彗差。术前陡峭曲率高近视散光眼将取得较大 FOZ。

关键词: 功能性光学区; 经上皮准分子激光角膜表面切削术 (TransPRK); 近视散光; 角膜前表面曲率; 角膜像差

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.9.08

Clinical analysis of functional optical zone after transepithelial photorefractive keratectomy in patients with different degrees of myopic astigmatism

Hai-Bo Tan, Wei Zhang

Department of Refraction, GuZe ChaoJu Eye Hospital, Yancheng 224000, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Wei Zhang. Department of Refraction, GuZe ChaoJu Eye Hospital, Yancheng 224000, Jiangsu Province, China. thbbobo@126.com

Received: 2023-05-15 Accepted: 2023-08-01

Abstract

• **AIM:** To evaluate the effect of preoperative degrees of myopic astigmatism and anterior corneal curvature on the functional optical zone (FOZ) after transepithelial photorefractive keratectomy (TransPRK).

• **METHODS:** Retrospective study was conducted on 78 patients (130 eyes) with myopia and myopic astigmatism who underwent TransPRK, and they were divided into control group (cylinder 0D), moderate astigmatism group (-0.50 ~ -2.00D) and high astigmatism group (> -2.00 ~ < -6.00D). The FOZ was measured and compared among the three groups 6mo after operation. The correlations between attempted correction, anterior corneal curvature, corneal aberrations, Q value, and the FOZ were analyzed.

• **RESULTS:** At 6mo after operation, the mean FOZ was 5.16 ± 0.12 mm in the control group, 5.29 ± 0.23 mm in the moderate astigmatism group, and 5.49 ± 0.23 mm in the high astigmatism group ($P < 0.001$), and the FOZ of the high astigmatism group was significantly higher than moderate astigmatism and control group ($P < 0.05$, $P < 0.001$); Pearson correlation analysis showed that the changes in spherical equivalent, total corneal higher-order aberrations (HOAs), coma, and spherical aberration were all negatively correlated with FOZ (all $P < 0.05$); and FOZ positively correlated with changes in the steep curvature (K2), mean curvature (Km), corneal astigmatism, and Q value (all $P < 0.01$). Multiple linear regression analysis showed that there was still positive correlation between preoperative K2 and FOZ after adjusting for other risk factors ($P < 0.001$).

• **CONCLUSION:** Patients with high astigmatism can obtain a larger FOZ and less induced coma after TransPRK. A larger FOZ can be achieved in eyes with steeper keratometry.

• **KEYWORDS:** functional optical zone; transepithelial photorefractive keratectomy (TransPRK); myopic astigmatism; anterior corneal curvature; corneal aberrations

Citation: Tan HB, Zhang W. Clinical analysis of functional optical zone after transepithelial photorefractive keratectomy in patients with different degrees of myopic astigmatism. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023; 23(9): 1466-1470

0 引言

经上皮准分子激光角膜切削术 (transepithelial photorefractive keratectomy, TransPRK) 具有微创、无瓣、无接触、无负压和角膜生物力学稳定等优势^[1-2], 是目前主流的角膜屈光手术方式。但是仍然有些患者抱怨术后视觉不适, 例如夜间视力下降、光晕和眩光等^[2-3]。这些症状与功能性光学区 (functional optical zone, FOZ) 缩小有密切关系^[4]。FOZ 是角膜表面像差最小, 且视觉质量最好的区域^[5]。既往研究观察到屈光术后 FOZ 小于预设的光学区^[6-7]。因此, 有必要确定影响术后 FOZ 的因素, 以确保患者术后的视觉质量和满意度。研究发现, 行小切口基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 和 LASIK 术后预矫正的散光度数越高, 其 FOZ 相应增大^[8]。新近的研究也表明, 术前散光较高的眼 SMILE 和飞秒制瓣联合准分子激光原位角膜磨镶术 (femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis, FS-LASIK) 术后 FOZ 明显高于低散光眼^[9]。因为较低的角膜曲率会导致近视回退的可能性更高^[10]。目前关于不同程度近视散光和角膜前表面曲率对 TransPRK 术后 FOZ 的影响报道极少。本研究旨在应用 Amaris1050RS 准分子激光系统 WFGTransPRK 模式观察不同程度近视散光眼术后 FOZ, 并探讨术前近视散光程度和角膜前表面曲率对术后 FOZ 大小的影响。

1 对象和方法

1.1 对象 回顾性研究。纳入 2020-06/2021-12 在盐城顾泽潮聚眼科医院接受 TransPRK 治疗的 78 例 130 眼近视及近视散光患者。根据柱镜度不同分为: 对照组, 柱镜度 0D; 中度散光组, 柱镜度 -0.50 ~ -2.00D; 高度散光组, 柱镜度 > -2.00 ~ < -6.00D。纳入标准: (1) 年龄 18 ~ 40 岁; (2) 近视 < -6.00D, 散光 < -6.00D, 屈光度稳定 2a 以上 (每年度数增长 < -0.50D); (3) 停用软性隐形眼镜 1wk 以上, 硬性隐形眼镜 3wk 以上, 角膜塑形镜 3mo 以上。排除标准: 圆锥角膜或疑似圆锥角膜, 严重干眼或干燥综合征, 活动性炎症或眼睛感染。本研究通过我院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 常规检查 裸眼远视力 (uncorrected distance visual acuity, UDVA) 和最佳矫正视力 (corrected distance visual

acuity, CDVA)、眼压、裂隙灯、干眼和眼底检查; Pentacam 前节分析系统测量平坦角膜曲率 (flat keratometry, K1)、陡峭角膜曲率 (steep keratometry, K2)、平均角膜曲率 (average keratometry, Km)、角膜散光、非球面参数 Q 值、角膜波前像差和角膜中央厚度; 睫状肌麻痹验光和平均等效球镜度 (mean spherical correction, SE)。上述检查由同一名熟练的技师完成。

1.2.2 FOZ 的测量 应用 Pentacam 眼前节分析系统测量 FOZ。以切向曲率差异图显示的切削轮廓为术后的 FOZ, 该区域被确定为间隔 30° 的 6 条子午线的平均测量直径^[5,11]。测量术前及术后 6mo FOZ。

1.2.3 手术方法及术后处理 选择 Amaris1050RS 准分子激光机的 WFGTransPRK 模式进行手术, 预设光学区直径为 6.5mm, 过渡区由软件自动计算。切削完成后 4℃ 的 BSS 冲洗角膜基质床, 复位角膜瓣后, 配戴绷带镜。角膜上皮愈合后取出绷带镜, 术后予以左氧氟沙星滴眼液 (4 次/日) 连用 2wk、妥布霉素地塞米松滴眼液 (4 次/日) 1wk 后改用氟米龙滴眼液 (4 次/日) 连用 3mo 停药, 期间规律减量。所有手术由同一名熟练的医生完成。

统计学分析: 所有资料应用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。使用 Shapiro-Wilk 检验对数据进行正态性检验, 遵循正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。应用单因素方差分析比较三组的均值, 两两比较采用 LSD-*t* 检验, 术前和术后比较采用配对样本 *t* 检验。计数资料比较采用卡方检验。Pearson 相关分析检验角膜前表面曲率变化, 矫正屈光度和 FOZ 直径之间的关系。应用多元线性回归分析 K2、矫正 SE 和柱镜度作为独立变量, FOZ 作为因变量。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术前各组基本资料比较 术前基本资料除柱镜度和 SE 有显著差异外 (均 P < 0.01), 其余差异均无统计学意义 (P > 0.05), 见表 1。

2.2 术后视力和屈光不正状态 术后 6mo, 三组平均 UDVA 均明显改善, 但组间比较差异无统计学意义 (F = 2.331, P = 0.327)。三组平均 CDVA 与术前相比无明显下降, 且组间比较差异无统计学意义 (F = 3.885, P = 0.189)。三组平均球镜度、柱镜度和 SE 均较术前明显降低, 但组间比较差异均无统计学意义 (P > 0.05), 见表 2。

表 1 患者术前基线资料

组别	眼数	性别(男:女)	年龄(岁)	UDVA(LogMAR)	CDVA(LogMAR)	球镜度(D)	柱镜度(D)	SE(D)	$\bar{x} \pm s$
对照组	40	21:19	24.12±4.02	0.88±0.30	-0.05±0.06	-4.15±1.91	0	-4.16±1.91	
中度散光组	42	23:19	24.23±4.13	0.88±0.33	-0.05±0.05	-4.26±2.03	-1.06±0.47	-4.72±2.15	
高度散光组	48	26:22	24.03±3.34	0.87±0.31	-0.05±0.04	-4.17±1.86	-2.32±0.22	-5.33±1.85	
F _X ²		3.544	3.761	2.801	0.174	0.50	312.35	5.30	
P		0.185	0.223	0.267	0.231	0.629	0.001	0.006	
组别	眼数	角膜中央厚度(μm)	K1(D)	K2(D)	Km(D)	球差(μm)	彗差(μm)	角膜总HOAs(μm)	
对照组	40	540.12±29.02	42.42±1.53	43.12±1.72	42.77±1.62	0.19±0.10	0.45±0.21	0.391±0.11	
中度散光组	42	539.79±29.51	42.26±1.45	43.56±1.68	42.91±1.61	0.187±0.11	0.46±0.22	0.412±0.14	
高度散光组	48	540.79±31.22	42.07±1.13	44.29±1.17	43.18±1.15	0.21±0.12	0.48±0.20	0.42±0.45	
F _X ²		0.05	3.006	1.845	0.063	1.621	0.324	0.073	
P		0.982	0.062	0.214	0.940	0.112	0.745	0.823	

注: 对照组: 柱镜度 0D; 中度散光组: 柱镜度 -0.50 ~ -2.00D; 高度散光组: 柱镜度 > -2.00 ~ < -6.00D。

2.3 术后角膜像差变化 术前角膜总高阶像差 (corneal higher-order aberrations, HOAs)、球差和彗差值比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 1)。术后 6mo, 角膜总 HOAs、球差和彗差均比术前明显增加。对照组 6mm 角膜总 HOAs 变化量平均均方根值 (root mean square, RMS) 为 $0.552 \pm 0.21 \mu\text{m}$, 中度散光组为 $0.541 \pm 0.35 \mu\text{m}$, 高度散光组为 $0.538 \pm 0.45 \mu\text{m}$, 组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后三组球差变化量比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。但术后 6mo 三组彗差变化量比较差异有统计学意义 ($F = 4.430, P = 0.013$), 高度散光组彗差变化量比中度散光组、对照组明显降低 ($t = -1.488, -2.322$, 均 $P < 0.05$), 中度散光组彗差变化量较对照组降低 ($t = 0.293, P < 0.05$), 见表 2。

2.4 术后角膜前表面曲率变化 术后 6mo, 各组 K2、Km、Q 值和角膜散光均比术前明显降低, 其中高度散光组变化量最明显。术后中度和高度散光组角膜中央厚度明显比对照组减少 ($t = -3.584, P = 0.002; t = -7.31, P < 0.001$), 但中度和高度散光组比较差异无统计学意义 ($t = 1.277, P = 0.206$)。各组 K1 变化量比较, 差异无统计学意义 ($F = 0.640, P = 0.556$), 见表 3。

2.5 术前术后 FOZ 比较 术前, 对照组平均 FOZ 为 $7.17 \pm 1.0\text{mm}$, 中度散光组为 $7.22 \pm 0.81\text{mm}$, 高度散光组为 $7.20 \pm 0.90\text{mm}$, 差异无统计学意义 ($F = 0.089, P = 0.372$)。术后

6mo, 对照组平均 FOZ 为 $5.16 \pm 0.12\text{mm}$, 中度散光组为 $5.29 \pm 0.23\text{mm}$, 高度散光组为 $5.49 \pm 0.23\text{mm}$, 差异有统计学意义 ($F = 12.346, P = 0.001$); 高度散光组 FOZ 明显大于中度散光组和对照组 ($t = -1.889, P < 0.05; t = -3.726, P < 0.001$)。

2.6 角膜波前像差变化与光学区相关性分析 Pearson 相关分析显示, 术后 6mo 三组角膜总 HOAs、彗差、球差变化量与 FOZ 呈负相关 (对照组: $r = -0.352, -0.387, -0.413$, 均 $P < 0.05$; 中度散光组: $r = -0.410, -0.415, 0.553$, 均 $P < 0.001$; 高度散光组: $r = -0.496, -0.443, -0.60$, 均 $P < 0.001$)。

2.7 FOZ 与角膜前表面曲率变化量的相关性分析 Pearson 相关分析表明, 术后 6mo 三组 FOZ 与 K2、Km、角膜散光、Q 值变化量均呈正相关 (对照组: $r = 0.379, 0.264, 0.534, 0.365, P < 0.001, 0.004, < 0.001, < 0.003$; 中度散光组: $r = 0.423, 0.376, 0.537, 0.467$, 均 $P < 0.001$; 高度散光组: $r = 0.478, 0.435, 0.659, 0.578$, 均 $P < 0.001$); 平均 SE 变化量与 FOZ 呈负相关 ($r = -0.310, -0.352, -0.421$, 均 $P < 0.001$); K1、中央角膜厚度变化量与 FOZ 均无相关性 (均 $P > 0.05$)。多元线性回归分析表明, 在去除矫正 SE 和柱镜度后, 术前 K2 仍与 FOZ 呈正相关 ($P < 0.001$)。共线性统计方差扩大因子 (variance inflation factor, VIF) 均 < 2 , 表明自变量之间不存在多重共线性 (表 4)。

表 2 术后 6mo 三组视力、屈光状态和引入角膜像差变化量比较

组别	UDVA (LogMAR)	CDVA (LogMAR)	球镜度 (D)	柱镜度 (D)	SE (D)	Δ球差 (μm)	Δ彗差 (μm)	Δ角膜总 HOAs (μm)
对照组	-0.15±0.25	-0.05±0.33	0.15±0.52	0.02±0.42	0.16±0.45	0.180±0.12	0.277±0.23	0.552±0.21
中度散光组	-0.20±0.36	-0.06±0.41	0.18±0.65	0.16±0.50	0.26±0.56	0.163±0.18	0.191±0.23	0.541±0.35
高度散光组	-0.17±0.30	-0.05±0.51	0.17±0.72	-0.12±0.64	0.23±0.68	0.134±0.16	0.154±0.22	0.538±0.45
F	2.331	3.855	0.231	2.163	1.956	0.831	4.430	0.060
P	0.327	0.189	0.828	0.152	0.356	0.521	0.013	0.953

注: 对照组: 柱镜度 0 度; 中度散光组: 柱镜度 -0.50 ~ -2.00D; 高度散光组: 柱镜度 > -2.00 ~ < -6.00D。

表 3 术后 6mo 三组角膜前表面曲率变化量比较

组别	ΔK1 (D)	ΔK2 (D)	ΔKm (D)	Δ角膜散光 (D)	ΔQ 值	Δ角膜中央厚度 (mm)
对照组	4.50±0.92	4.42±0.98	4.48±0.93	0.08±0.25	1.12±0.21	87.00±12.82
中度散光组	4.65±1.12	5.28±1.15	4.96±1.13	0.63±0.43	1.27±0.25	105.75±19.52
高度散光组	4.73±1.32	6.04±1.14	5.38±1.18	1.41±0.56	1.46±0.23	117.21±19.12
F/K	0.640	17.200	5.680	73.212	5.435	20.532
P	0.556	<0.001	0.005	<0.001	0.007	<0.001

注: 对照组: 柱镜度 0D; 中度散光组: 柱镜度 -0.50 ~ -2.00D; 高度散光组: 柱镜度 > -2.00 ~ < -6.00D。

表 4 多元线性回归分析术后影响功能性光学区的因素

组别	参数	β	标准差	回归系数 (95%CI)	P	方差扩大因子 (VIF)
对照组	K2	0.05	0.010	-0.21 (-0.24 ~ 0.01)	<0.001	1.017
	矫正 SE	0.05	0.011	-0.20 (-0.22 ~ 0.12)	<0.001	1.030
	矫正柱镜度	-141	0.025	-0.56 (-1.03 ~ -0.36)	<0.001	1.100
中度散光组	K2	0.06	0.013	-0.23 (-0.33 ~ 0.12)	<0.001	1.043
	矫正 SE	0.07	0.014	-0.22 (-0.23 ~ 0.03)	<0.001	1.032
	矫正柱镜度	-155	0.025	-0.68 (-1.11 ~ -0.23)	<0.001	1.101
高度散光组	K2	0.08	0.029	-0.25 (-0.39 ~ 0.13)	<0.001	1.054
	矫正 SE	0.09	0.018	-0.24 (-0.26 ~ 0.02)	<0.001	1.041
	矫正柱镜度	-163	0.033	-0.74 (-1.12 ~ -0.33)	<0.001	1.109

3 讨论

光学区大小是影响术后视觉质量的重要因素。光学区过小增加角膜高阶像差,从而出现眩光、夜间视力下降等视觉质量问题^[11-12]。但是光学区是可控的视觉质量参数,术前合理的设计光学区和术后较大的 FOZ 对提高术后视觉质量具有重要的临床意义。我们的研究表明,术前近视散光高的眼获得的光学区较大。

评估 FOZ 大小的方法有多种。根据目前的研究,角膜地形图测量仪因为对角膜曲率测量的重复性及精确性已得到临床广泛应用^[13]。本研究结果显示,术后各组 FOZ 较术前预计值均有不同程度偏小,与此前的研究结论一致^[14-15]。侯杰等^[15]用相同方法测量结果显示,TransPRK 组术后 FOZ 为 $5.77 \pm 0.82\text{mm}$,而本研究在预设光学区同为 6.5mm ,测得术后各组 FOZ 均较前者偏小。通过比较两项研究发现,前者术前等效屈光度为 $-3.56 \pm 1.1\text{D}$,而本研究三组屈光度均明显大于前者。我们推测本研究 FOZ 较小,可能与术前近视散光较大有关。术后 FOZ 缩小的原因可能还与术后角膜形态的改变、角膜伤口愈合反应有关^[16]。

本研究也表明,高度散光组术后 FOZ 明显大于其他 2 组。这可能是因为在矫正高度散光时,过渡区的设置能将角膜变得更平坦,增大了光学区。新近研究比较了 SMILE 在矫正高散光和低散光后的 FOZ,发现近视散光高的眼术后 FOZ 较大^[9]。这可能与较高散光眼术后角膜切削体积较少有关,从而减少了生物化学反应和角膜非球面化有关。

角膜屈光手术引起角膜形态的改变,导致引入角膜 HOAs,从而影响视觉质量^[17-19]。我们对术后患者的视觉质量进行了评估。结果显示:三组术后 6mo 角膜总 HOAs,球差未见明显差异,而高度散光组彗差变化量明显小于其他两组,这可能跟高度散光组 FOZ 较大有关。相关分析发现球差、彗差和总 HOAs 变化量均与 FOZ 呈显著负相关。以往研究表明当术后瞳孔大于 FOZ 时,经常会出现光晕和眩光等症状,当 FOZ 较小时,引入的角膜像差会增加^[13],SMILE 和 LASIK 后的近视矫正效果与 FOZ 大小呈负相关^[20],这与我们的研究一致。

既往研究显示,术前较小的光学区和较低的角膜曲率会增加术后近视回退的风险,而较大的 FOZ 可降低屈光回退^[10],术前较陡峭的角膜曲率与较少的近视回退密切相关^[21]。本研究发现,角膜 Q 值和曲率的变化量与 FOZ 均呈正相关,同时通过多元线性回归分析,在去除拟矫屈光度对 FOZ 影响后,K2 仍与 FOZ 相关,同时,我们观察到两个子午线曲率之间的差异越大,术后 FOZ 越大。侯杰等^[15]也发现 FOZ 大小与术前 SE 呈显著负相关,与角膜曲率、球差及 Q 值变化量均呈显著正相关,与角膜中央厚度均无显著相关性。因此,我们推断术前较陡峭的角膜曲率和较高近视散光眼术后有较大的 FOZ 和较小的近视回退风险。

本研究为回顾性研究,缺乏前瞻性的随机对照,同时,随访时间较短。此外,限于表层手术适应证,本研究受试者均为中低度近视,因此,需要加大样本量和屈光度数的范围,进一步验证 FOZ 与屈光度间的关系。我们的研究

可能为屈光医生提供使用 TransPRK 治疗中度至高度近视散光的经验。总之,我们的研究表明,术前近视散光程度和角膜前表面曲率与 FOZ 大小密切相关。近视散光较高眼可获得较大的 FOZ。

参考文献

- 1 Jun I, Kang DSY, Arba - Mosquera S, et al. Comparison between Wavefront - optimized and corneal Wavefront - guided Transepithelial photorefractive keratectomy in moderate to high astigmatism. *BMC Ophthalmol* 2018;18(1):154
- 2 Hashemi H, Alvani A, Aghamirsalim M, et al. Comparison of transepithelial and conventional photorefractive keratectomy in myopic and myopic astigmatism patients: a randomized contralateral trial. *BMC Ophthalmol* 2022;22(1):68
- 3 何之城,王亚茹,王勇,等. FS-LASIK 与智能脉冲技术的 TransPRK 矫正中度近视的疗效比较. *国际眼科杂志* 2022;22(12):2054-2057
- 4 Zeng J, Lan G, Zhu M, et al. Factors associated with corneal high-order aberrations before and after femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis. *Ann Transl Med* 2021;9(12):989
- 5 He S, Luo Y, Chen P, et al. Prospective, Randomized, Contralateral Eye Comparison of Functional Optical Zone, and Visual Quality After SMILE and FS-LASIK for High myopia. *Transl Vis Sci Technol* 2022;11(2):13
- 6 Han TA, Shang JM, Zhou XY, et al. Refractive outcomes comparing small - incision lenticule extraction and femtosecond laser - assisted laser *in situ* keratomileusis for high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(3):419-427
- 7 Qian YS, Chen X, Naidu RK, et al. Comparison of efficacy and visual outcomes after SMILE and FS-LASIK for the correction of high myopia with the sum of myopia and astigmatism from -10.00 to -14.00 dioptres. *Acta Ophthalmol* 2020;98(2):e161-e172
- 8 Roesler C, Kohnen T. Changes of functional optical zone after LASIK for hyperopia and hyperopic astigmatism. *J Refract Surg* 2018;34(7):476-481
- 9 Ding X, Fu D, Wang L, et al. Functional optical zone and visual quality after small - incision lenticule extraction for high myopic astigmatism. *Ophthalmol Ther* 2021;10(2):273-288
- 10 Zhou JH, Gao Y, Li SW, et al. Predictors of myopic regression for laser - assisted subepithelial keratomileusis and laser - assisted *in situ* keratomileusis flap creation with mechanical microkeratome and femtosecond laser in low and moderate myopia. *Ophthalmic Epidemiol* 2020;27(3):177-185
- 11 Wang XQ, Xia LK. Evaluation of the effects of myopic astigmatism correction and anterior corneal curvature on functional optical zone after SMILE. *J Refract Surg* 2023;39(2):135-141
- 12 Wu Y, Wang S, Wang G, et al. Corneal Asphericity and higher-order aberrations after FS - LASIK and Trans - PRK for myopia. *J Ophthalmol* 2021;2021:3765046
- 13 Damgaard IB, Ang M, Mahmoud AM, et al. Functional Optical Zone and Centration Following SMILE and LASIK: A Prospective, Randomized, Contralateral Eye Study. *J Refract Surg* 2019;35(4):230-237
- 14 Park SH, Che CY, Kim SI, et al. Comparison of clinical outcomes after femtosecond laser *in situ* keratomileusis in eyes with low or high myopia. *Int J Ophthalmol* 2020;13(11):1780-1787
- 15 侯杰,雷玉琳,张颖,等. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术与经上皮准分子激光角膜切削术矫治中低度近视术后患者功能性光学区的对比研究. *眼科新进展* 2019;39(12):1178-1181
- 16 危平辉,王雁,李华,等. 飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术光学

区大小对角膜生物力学特性影响的研究. 中华眼科杂志 2017;53(3):182-187

17 Song YW, Cui MF, Feng Y, *et al.* Comparative study of functional optical zone: small incision lenticule extraction versus femtosecond laser assisted excimer laser keratomileusis. *Int J Ophthalmol* 2023;16(2):238-244

18 刘晓娟,周磊,夏楠,等. 海军某部新兵角膜屈光手术后视觉相关生活质量调查分析. 国际眼科杂志 2021;21(3):549-542

19 徐婷,王静,陶黎明. 两种角膜屈光手术后早期客观视觉质量分析. 国际眼科杂志 2020;20(4):722-725

20 Yu MR, Chen MJ, Liu WY, *et al.* Comparative study of wave-front aberration and corneal Asphericity after SMILE and LASEK for myopia; a short and long term study. *BMC Ophthalmol* 2019;19(1):80

21 Roszkowska AM, Wylęgała A, Gargano R, *et al.* Impact of corneal parameters, refractive error and age on density and morphology of the subbasal nerve plexus fibers in healthy adults. *Sci Rep* 2021;11(1):6076

2022《中国科技期刊引证报告》核心版眼科期刊主要指标及排名 (以综合评价总分为序)

期刊名称	核心总被引频次		核心影响因子		综合评价总分	
	数值	排名	数值	排名	数值	排名
中华眼科杂志	2082	2	1.855	1	77.22	1
眼科新进展	1257	3	0.842	3	56.16	2
国际眼科杂志	2100	1	0.721	5	54.31	3
中华实验眼科杂志	1076	4	0.861	2	41.19	4
中华眼底病杂志	762	6	0.581	6	34.36	5
中华眼科医学杂志(电子版)	151	10	0.512	7	34.01	6
临床眼科杂志	326	8	0.377	9	33.71	7
中华眼视光学与视觉科学杂志	805	5	0.752	4	22.35	8
眼科	356	7	0.336	10	19.61	9
中国斜视与小儿眼科杂志	237	9	0.414	8	15.76	10

摘编自 2022 版《中国科技期刊引证报告》核心版

2022《中国科技期刊引证报告》扩展版眼科期刊主要指标及排名 (以总被引频次为序)

期刊名称	总被引频次	影响因子	即年指标	他引率	引用刊数	开放因子
国际眼科杂志	5011	1.805	0.329	0.9	584	44.2
中华眼科杂志	3496	2.299	0.568	0.92	504	23
眼科新进展	2436	1.696	0.188	0.94	434	38.1
中华实验眼科杂志	1843	1.482	0.214	0.87	382	23
中华眼底病杂志	1405	1.266	0.162	0.91	286	25.7
中华眼视光学与视觉科学杂志	1372	1.373	0.176	0.82	278	15
临床眼科杂志	950	1.019	0.077	0.98	274	41.2
眼科	701	0.683	0.126	0.92	233	26.7
中国斜视与小儿眼科杂志	508	0.993	0.046	0.94	165	25.8
中华眼科医学杂志(电子版)	295	0.984	0.045	0.91	142	26.3

摘编自 2022 版《中国科技期刊引证报告》扩展版