

准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术治疗薄角膜厚度近视的疗效

刘晶, 郑晓亮

引用: 刘晶, 郑晓亮. 准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术治疗薄角膜厚度近视的疗效. 国际眼科杂志, 2024, 24(12): 1959-1963.

作者单位: (300142) 中国天津市, 中国人民解放军联勤保障部队第983医院眼科

作者简介: 刘晶, 硕士, 初级眼视光技师, 眼科技师, 研究方向: 眼屈光与眼视光学。

通讯作者: 郑晓亮, 博士, 副主任医师, 眼科主任, 研究方向: 眼屈光与白内障. zhengxiaoliang983@126.com

收稿日期: 2024-07-04 修回日期: 2024-10-24

摘要

目的: 对比研究经准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(LASEK)治疗正常角膜厚度近视和薄角膜厚度近视的临床疗效。

方法: 本研究为前瞻性对照研究。选取2023-06/2024-02在中国人民解放军联勤保障部队第983医院眼科行LASEK手术的患者55例103眼。根据中央角膜厚度不同分为薄角膜厚度(460-499 μm)近视组27例50眼, 正常角膜厚度(500-550 μm)近视组28例53眼。分别于术前及术后1 wk, 1, 2, 3, 4 mo进行随访, 记录两组术后裸眼视力(UCVA)、最佳矫正视力(BCVA)、等效球镜度(SE)、剩余角膜厚度、眼压(IOP)、角膜刺激症状及角膜上皮下雾状混浊(haze)情况, 计算安全性指数和有效性指数。对两组所测得的指标进行比较分析。

结果: 两组患者术前性别构成比、年龄、SE、裸眼视力、BCVA相比均无差异(均 $P>0.05$)。两组患者手术前后UCVA组间和交互作用相比均无差异(均 $P>0.05$)。时间比较有差异($P<0.001$)。术后UCVA均较术前改善。两组患者术后4 mo安全性指数和有效性指数比较均无差异(均 $P>0.05$)。两组患者手术前后SE交互作用相比无差异($P>0.05$)。组间和时间比较均有差异(均 $P<0.05$)。术后SE均较术前明显降低, 薄角膜厚度近视组术后早期有轻度近视漂移。两组患者手术前后 ΔIOP 组间、时间和交互作用相比均无差异(均 $P>0.05$)。两组患者术后角膜刺激症状和角膜发生haze情况比较均无差异(均 $P>0.05$)。术后剩余角膜厚度与术前角膜厚度、术前SE、术后4 mo SE、术后4 mo IOP均呈正相关(均 $P<0.05$)。

结论: LASEK治疗薄角膜厚度近视与治疗正常角膜厚度近视一样的安全有效。

关键词: 准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(LASEK); 近视; 薄角膜; 安全性; 有效性

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.12.18

Clinical efficacy of laser subepithelial keratomileusis in the treatment of thin corneal myopia

Liu Jing, Zheng Xiaoliang

Department of Ophthalmology, the 983rd Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army, Tianjin 300142, China

Correspondence to: Zheng Xiaoliang, Department of Ophthalmology, the 983rd Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army, Tianjin 300142, China. zhengxiaoliang983@126.com

Received: 2024-07-04 Accepted: 2024-10-24

Abstract

• **AIM:** To compare the clinical efficacy of laser subepithelial keratomileusis (LASEK) in the treatment of myopia with normal corneal thickness and myopia with thin corneal thickness.

• **METHODS:** This study was a prospective controlled study. Totally 55 patients (103 eyes) with myopia who underwent LASEK surgery in the 983rd Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army between June 2023 and February 2024 were selected. According to the central corneal thickness, there were 27 patients (50 eyes) of myopia with thin corneal thickness (460-499 μm) and 28 patients (53 eyes) of myopia with normal corneal thickness (500-550 μm). The patients were followed up before operation, and at 1 wk, 1, 2, 3 and 4 mo postoperatively. The uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), spherical equivalent (SE), residual corneal thickness, intraocular pressure (IOP), corneal irritation, and corneal haze were recorded, and the safety index and efficacy index were calculated. The measured indexes were analyzed statistically.

• **RESULTS:** There were no significant differences in preoperative gender composition, age, SE, UCVA or BCVA between the two groups (all $P>0.05$). There were no significant differences in UCVA between the two groups of patients and the interaction (all $P>0.05$); the UCVA of the two groups were improved at every time after surgery ($P<0.001$). There were no significant differences in the safety index and efficacy index between the two groups after 4 mo (all $P>0.05$). There were no differences in SE interaction between the two groups of patients before and after surgery ($P>0.05$), as well as in

the comparison of time (all $P < 0.05$), the SE of the two groups were decreased significantly at every time after surgery, and there was a slight myopic drift at early postoperative stage in the thin corneal thickness myopia group. There were no differences in ΔIOP between the two groups of patients before and after surgery, as well as in the comparison of time and interaction (all $P > 0.05$). There were no significant differences in corneal irritation and corneal haze between the two groups (all $P > 0.05$). There was a positive correlation between the remaining postoperative corneal thickness and preoperative corneal thickness, preoperative SE, SE and IOP at 4 mo postoperatively (all $P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** LASEK in the treatment of thin corneal myopia is as safe and effective as normal corneal thickness myopia.

• **KEYWORDS:** laser subepithelial keratomileusis (LASEK); myopia; thin corneal thickness; safety; efficacy

Citation: Liu J, Zheng XL. Clinical efficacy of laser subepithelial keratomileusis in the treatment of thin corneal myopia. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024,24(12):1959-1963.

0 引言

准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术(laser subepithelial keratomileusis, LASEK)是一种在临床上普遍开展的表层角膜屈光手术,其术中可供切削的角膜基质多,手术适应范围较广泛^[1]。LASEK最大的优势是能够矫治更高的近视屈光度,保留更多的瓣下角膜厚度,并且手术后角膜生物力学能够保持相对稳定^[2-3],其术后的安全性、有效性在临床已经得到认可^[4-5]。既往研究显示,LASEK治疗角膜相对较薄的高度近视安全有效^[6]。然而薄角膜厚度近视与正常角膜厚度近视 LASEK 术后临床疗效的差异鲜有研究。因此,我们将行 LASEK 手术的近视患者分组,对比观察薄角膜厚度近视患者与正常角膜厚度近视患者 LASEK 术后的临床疗效,现报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 本研究为前瞻性对照研究。选取 2023-06/2024-02 在中国人民解放军联勤保障部队第 983 医院眼科行 LASEK 手术的患者 55 例 103 眼。其中男 36 例 68 眼,女 19 例 35 眼,年龄 18-40(22.95±5.84)岁。根据中央角膜厚度不同分为,薄角膜厚度(460-499 μm)近视组 27 例 50 眼,正常角膜厚度(500-550 μm)近视组 28 例 53 眼。薄角膜厚度近视组年龄 22.96±5.37 岁,等效球镜度(SE) -5.81±1.81D,角膜厚度 488.04±9.19 μm ;正常角膜厚度近视组年龄 22.94±6.31 岁,SE 为 -5.08±2.35 D,角膜厚度 528.49±14.47 μm 。纳入标准:(1)患者屈光状态稳定,术前最佳矫正视力 ≥ 0.8 ,无其他明显影响视力的系统性疾病;(2)停戴软性角膜接触镜 2 wk 以上,停戴硬性角膜接触镜 3 mo 以上;(3)视网膜无明显异常。排除标准:患者有其它眼部和全身疾病或手术史,圆锥角膜、严重干眼患者。本研究得到医院伦理委员会批准并且符合医学伦理学原则;所有患者术前均签写知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 手术均由同一位技术熟练的医师完成。

术前 3 d 常规应用加替沙星滴眼液滴眼,术中盐酸奥布卡因滴眼液滴术眼麻醉。用 8 cm 酒精罩以瞳孔为中心放于角膜上,应用 20%乙醇溶液浸泡角膜 15-20 s,用上皮刮刀制作一直径约 8.0 mm 上皮瓣,激光光学区为 6.5 mm,选择 VISX STAR S4 准分子激光治疗仪切削角膜基质,激光切削完成后,复位角膜上皮瓣,配戴角膜接触镜,6 d 后裂隙灯检查角膜上皮愈合后取出角膜接触镜。

1.2.2 术后用药 两组患者用药相同:术后使用 9 d 妥布霉素地塞米松滴眼液(4 次/日),术后 6 d 观察角膜上皮愈合去除角膜接触镜,术后第 10 d 妥布霉素地塞米松滴眼液替换为氟米龙滴眼液(4 次/日),其后每 1 mo 减量 1 次,共用 4 mo;牛碱性成纤维细胞生长因子滴眼液(4 次/日),持续使用 4 mo。

1.2.3 观察指标 在术前,术后 1 wk,1、2、3、4 mo 检查以下指标:(1)标准对数视力表检查两组患者裸眼视力(BCVA)、最佳矫正视力(UCVA),计算安全性指数和有效性指数。安全性指数=术后平均最佳矫正视力/术前平均最佳矫正视力,有效性指数=术后平均裸眼视力/术前平均最佳矫正视力;(2)全自动验光仪测量两组患者的 SE;(3)电脑眼压测量两组患者的眼压(IOP),并计算 ΔIOP (术前 IOP 与术后 IOP 之差);(4)角膜刺激症状;(5)裂隙灯显微镜观察角膜 haze 情况。

1.2.4 分级评价标准

1.2.4.1 角膜刺激症状分级 根据术后 1 d 复查时角膜刺激症状进行分级,分级标准^[7]:0 级:无任何不适;1 级:异物感或不伴轻度疼痛;2 级:中度疼痛,但不影响生活;3 级:影响生活但尚不需用药的疼痛;4 级:需要药物控制的疼痛。

1.2.4.2 角膜 haze 分级 参照 Fantes(1990)分级评分标准^[8]:0 级:角膜完全透明;0.5 级:在裂隙灯显微镜下检查才能发现轻度点状混浊;1 级:混浊较明显,但不影响观察虹膜纹理;2 级:角膜轻度混浊,影响观察虹膜纹理;3 级:明显混浊,影响观察虹膜纹理;4 级:角膜白斑,不能观察虹膜。

统计学分析:采用统计分析软件 SPSS25.0 进行分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料采用 χ^2 检验。计量资料比较采用独立样本 t 检验,不同时间点参数比较采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用 LSD- t 检验。等级资料比较采用 Wilcoxon 秩和检验。术后剩余角膜厚度与各参数的关系采用 Pearson 相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者术前一般资料比较 两组患者术前性别构成比、年龄、SE、切削深度、裸眼视力、BCVA 相比,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),两组患者术前角膜厚度、IOP 比较差异有统计学意义(均 $P < 0.001$),见表 1。

2.2 两组患者术前术后不同时间 UCVA 比较 两组患者手术前后 UCVA 组间和交互差异无统计学意义($F_{\text{组间}} = 0.381, P_{\text{组间}} = 0.538; F_{\text{交互}} = 2.969, P_{\text{交互}} = 0.072$),时间差异有统计学意义($F_{\text{时间}} = 492.179, P_{\text{时间}} < 0.001$),两组术后 UCVA 均较术前改善,见表 2。

2.3 两组患者术后 4 mo 安全性指数和有效性指数比较 两组患者术后 4 mo 安全性指数和有效性指数比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 3。

2.4 两组患者术前术后不同时间 SE 比较 两组患者手术前后 SE 交互差异无统计学意义 ($F_{交互} = 1.758, P_{交互} = 0.187$), 组间、时间差异有统计学意义 ($F_{组间} = 5.165, P_{组间} < 0.05; F_{时间} = 703.144, P_{时间} < 0.001$), 术后 SE 均较术前明显降低, 薄角膜厚度近视组术后早期有轻度近视漂移, 见表 4。

2.5 两组患者术后不同时间点 ΔIOP 比较 两组患者手术前后 ΔIOP 组间、时间和交互差异无统计学意义 ($F_{组间} = 0.000, P_{组间} = 0.992; F_{时间} = 0.801, P_{时间} = 0.456; F_{交互} = 1.582,$

$P_{交互} = 0.194$), 见表 5。

2.6 两组患者术后角膜刺激症状分级比较 在 55 例 103 眼患者中, 术后 1 d 复查时根据术后疼痛评分分级, 两组患者角膜刺激症状分级比较, 差异无统计学意义 ($Z = -0.868, P = 0.385$), 见表 6。

2.7 两组患者术后角膜 haze 分级比较 术后 1 mo, 薄角膜厚度近视组共 8 眼发生 haze, 正常角膜厚度组共 7 眼发生 haze。两组患者术后 1 mo 角膜发生 haze 情况比较, 差异无统计学意义 ($Z = -0.388, P = 0.698$), 见表 7。

表 1 两组患者术前一般资料比较

一般资料	薄角膜厚度近视组	正常角膜厚度近视组	χ^2/t	<i>P</i>
性别(男/女,眼)	31/19	37/16	0.700	0.403
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	22.96±5.37	22.94±6.31	0.014	0.989
角膜厚度($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)	488.04±9.19	528.49±14.47	-17.037	<0.001
SE($\bar{x} \pm s, D$)	-5.81±1.81	-5.08±2.35	-1.746	0.084
IOP($\bar{x} \pm s, \text{mmHg}$)	16.26±1.82	17.64±1.79	-3.890	<0.001
切削深度($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)	82.48±16.15	77.98±19.53	1.270	0.207
裸眼视力($\bar{x} \pm s, \text{LogMAR}$)	1.09±0.48	0.96±0.43	1.497	0.138
BCVA($\bar{x} \pm s, \text{LogMAR}$)	-0.02±0.03	-0.03±0.04	1.313	0.192

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。

表 2 两组患者术前术后不同时间 UCVA 比较

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

分组	术前	术后 1 wk	术后 1 mo	术后 2 mo	术后 3 mo	术后 4 mo
薄角膜厚度近视组	1.10±0.48	0.17±0.17 ^a	-0.03±0.06 ^a	-0.04±0.07 ^a	-0.05±0.05 ^a	-0.05±0.05 ^a
正常角膜厚度近视组	0.96±0.43	0.23±0.23 ^a	-0.02±0.09 ^a	-0.04±0.06 ^a	-0.06±0.06 ^a	-0.07±0.06 ^a

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。^a $P < 0.05$ vs 同组术前。

表 3 两组患者术后 4 mo 安全性指数和有效性指数比较

$\bar{x} \pm s$

分组	安全性指数	有效性指数
薄角膜厚度近视组	1.10±0.13	1.10±0.13
正常角膜厚度近视组	1.11±0.14	1.10±0.14
<i>t</i>	-0.330	-0.207
<i>P</i>	0.742	0.837

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。

表 4 两组患者术前术后不同时间 SE 比较

($\bar{x} \pm s, D$)

分组	术前	术后 1 mo	术后 2 mo	术后 3 mo	术后 4 mo
薄角膜厚度近视组	-5.81±1.81	-0.21±0.54 ^{a,c}	-0.18±0.55 ^{a,c}	-0.09±0.49 ^{a,c}	-0.07±0.46 ^{a,c}
正常角膜厚度近视组	-5.08±2.35	0.13±0.69 ^a	0.07±0.73 ^a	0.05±0.72 ^a	0.07±0.66 ^a

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。^a $P < 0.05$ vs 同组术前;^c $P < 0.05$ vs 正常角膜厚度近视组。

表 5 两组患者术后不同时间点 ΔIOP 比较

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

分组	术后 1 mo	术后 2 mo	术后 3 mo	术后 4 mo
薄角膜厚度近视组	3.64±1.38	3.92±1.83	3.60±1.58	3.62±1.56
正常角膜厚度近视组	3.60±1.89	3.66±1.70	3.75±1.84	3.77±1.77

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。

表 6 两组患者术后 1 d 角膜刺激症状分级比较 眼

分组	眼数	0 级	1 级	2 级
薄角膜厚度近视组	50	24	20	6
正常角膜厚度近视组	53	30	18	5

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。

表 7 两组患者术后 1 mo 角膜 haze 分级比较 眼

分组	眼数	0 级	0.5 级	1 级
薄角膜厚度近视组	50	42	6	2
正常角膜厚度近视组	53	46	5	2

注:薄角膜厚度近视组角膜厚度 460-499 μm ;正常角膜厚度近视组角膜厚度 500-550 μm 。

2.8 术后剩余角膜厚度的相关性分析 术后剩余角膜厚度与术前角膜厚度、术前SE、术后4 mo SE、术后4 mo IOP均呈正相关($r=0.811、0.632、0.247、0.674, P<0.01、<0.01、=0.012、<0.01$)。

3 讨论

角膜屈光手术通过切削或者取出一定厚度的角膜基质来降低角膜的屈光力,从而达到矫治近视的目的^[9]。近年来,关于不同角膜屈光手术方式对近视患者术后视觉质量及角膜屈光力的影响差异研究较多,虽然术后患者均能获得良好的安全性和有效性^[10-12],可是对于部分小睑裂、小角膜、因特殊职业术后角膜瓣会发生潜在损伤的近视患者,表层手术仍为首选的手术方式。LASEK 可以把“角膜瓣”做到最薄^[13],其厚度仅为50-70 μm ,为高度近视、薄角膜近视患者提供了行角膜屈光手术的机会。

Liu 等^[1]研究发现,LASEK 术后角膜生物力学相关参数改变虽低于LASIK 术后,但较术前相比仍有降低。对于薄角膜厚度近视患者 LASEK 使角膜厚度变得更薄,可能会导致术后角膜生物力学发生改变,增加术后角膜扩张的风险。因此,角膜屈光术后角膜厚度的改变一直在角膜屈光手术领域备受关注^[14]。有研究^[15]表明,薄角膜厚度近视患者飞秒激光制瓣的准分子激光原位角膜磨镶术(FS-LASIK)术后1 a 会产生屈光回退,术前角膜中央厚度是术后屈光回退状态的影响因素之一。但目前关于薄角膜厚度近视患者 LASEK 术后临床疗效的研究较少,因此本研究就术后裸眼视力、安全性和有效性、SE、IOP、剩余角膜厚度、眼部刺激症状和角膜 haze 等情况进行薄角膜厚度近视与正常厚度角膜厚度近视 LASEK 术后疗效差异的对比研究。

一般将裸眼视力作为衡量屈光手术效果的最常用指标,本研究结果中薄角膜厚度近视与正常角膜厚度近视 LASEK 术后各个时间点 UCVA 均较术前明显改善,说明 LASEK 手术治疗近视具有良好的临床效果。这与 Zhu 等^[16]研究结果基本一致。在本研究中两组患者术后4 mo 安全性指数和有效性指数组间比较差异无统计学意义($P>0.05$),说明 LASEK 治疗薄角膜厚度近视和正常角膜厚度近视均能获得良好的安全性和有效性。

既往研究^[17-18]显示,角膜屈光术后早期患者平均屈光度为轻度远视,随着恢复时间延长向近视方向漂移。而术前角膜厚度薄的患者更易发生近视漂移^[19]。本研究结果与之基本一致,两组患者 SE 术后均较术前明显降低,但薄角膜厚度近视患者术后早期有轻度近视漂移。本研究进行相关性分析,发现术后剩余角膜厚度与术后4 mo SE 呈正相关($r=0.247, P=0.012$),虽然相关程度较弱,但仍考虑角膜厚度剩余量与术后近视回退存在一定的关联。这与 Frings 等^[20]研究中的观点基本一致,即角膜残余角膜厚度越小,术后越易出现近视漂移。

本研究中,两组患者术前眼压具有差异性,有研究^[21-22]发现,切削角膜越多,角膜生物力学稳定性变化越大,术后眼压测量的变化越明显,因此本文中两组患者眼压差异比较选用 ΔIOP (术前 IOP 与术后 IOP 差值)进行分析。本研究结果显示,两组患者手术前后不同时间点 ΔIOP 相比,差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。说明两组患者角膜生物力学稳定性变化无明显差异。两组患者术后眼压均较术前降低,薄角膜厚度近视组各个时间点均较正常角膜厚度近视组眼压低,进行 Pearson 相关分析发现,术

后4 mo IOP 值与角膜厚度剩余量存在正相关($r=0.674, P<0.01$),与术后4 mo SE 值也存在一定的相关性($r=0.247, P=0.012$)。分析薄角膜厚度近视患者术后早期存在近视漂移的原因:(1) IOP 作用:LASEK 术后角膜生物力学与术前相比有一定程度下降,薄角膜较容易在眼压的作用下使后表面向前突出,发生整体角膜曲率改变,引起术后屈光度向近视方向漂移^[23]。(2) 术前角膜厚度以及术后残余角膜基质床厚度:残余角膜厚度对维持角膜生物力学稳定性非常重要,残余角膜厚度越厚,生物力学越稳定^[24]。若术前角膜厚度较薄,术后发生屈光度向近视漂移的可能性更高。

LASEK 虽然有节约角膜厚度、抗张力强、手术适应范围广、视觉质量好的优点^[25],但术后早期患者可能会有角膜刺激症状出现。在本次研究中,根据术后1 d 复查时角膜刺激疼痛感进行分级,发现两组患者术后刺激症状较轻,两组间分级比较结果显示并无统计学差异。既往研究^[26-27]显示,术后配戴接触镜和使用非甾体抗炎药能够使 LASEK 术后的角膜刺激感受得到改善,在本研究中两组患者术后1 d 角膜刺激症状轻微考虑与此因素有关。haze 是 LASEK 术后的主要并发症^[28],有研究指出,角膜切削深度越深,角膜 haze 发生率越高^[29]。在本研究中,患者出现 haze 症状较轻,并且没有对术后裸眼视力造成明显影响,术后各时间点两组患者角膜 haze 0.5-1 级发生率也无明显差异,这与 Ahn 等^[30]研究结果中 LASEK 术后眼部刺激症状轻,角膜 haze 发生率较低的结论基本一致。

综上所述,LASEK 治疗薄角膜厚度近视和正常角膜厚度近视均能获得良好的安全性和有效性,但薄角膜厚度近视患者 LASEK 术后早期会有轻度近视漂移。为优化 LASEK 术后远期视觉效果,薄角膜厚度近视患者可适当增加切削光学区直径等技术改进,从而减少薄角膜厚度近视患者的术后屈光回退风险。本研究不足之处在于随访时间较短并且评估手术临床效果的指标不全面。在今后的研究中有必要进行更长时间的随访及增加患者术后角膜地形图变化、角膜生物力学变化等指标来分析评估术后远期的安全性,以期更加安全有效地筛选手术适应证,更好地服务于临床工作。

参考文献

- [1] Liu MN, Shi WY, Liu X, et al. Postoperative corneal biomechanics and influencing factors during femtosecond - assisted laser *in situ* keratomileusis (FS - LASIK) and laser - assisted subepithelial keratomileusis (LASEK) for high myopia. *Lasers Med Sci*, 2021, 36(8):1709-1717.
- [2] Guo H, Hosseini - Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*, 2019, 19(1):167.
- [3] 龙克利, 吴秀梅, 张嘉璠, 等. 飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术和准分子激光上皮下角膜磨镶术矫正高度近视术后两年患者角膜后表面的变化. *眼科新进展*, 2020, 40(1):54-57, 61.
- [4] 徐建龙, 马青. 经上皮准分子激光角膜切削术与准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术治疗中高度近视的疗效比较. *中国激光医学杂志*, 2020, 29(1):1-5.
- [5] 刘明娜, 高华, 李娜, 等. 准分子激光上皮下角膜磨镶术与飞秒激光辅助原位角膜磨镶术矫正高度近视的效果及安全性比较. *中华*

实验眼科杂志, 2020,38(10):851-857.

[6] 陈迎月, 黎新. 飞秒激光制瓣与准分子激光磨镶术治疗角膜相对较薄的高度近视的疗效比较. 中国激光医学杂志, 2014,23(3):133-137.

[7] O'Doherty M, Kirwan C, O'Keeffe M, et al. Postoperative pain following epi-LASIK, LASEK, and PRK for myopia. J Refract Surg, 2007,23(2):133-138.

[8] Fantes FE, Hanna KD, Waring GO 3rd, et al. Wound healing after excimer laser keratomileusis (photorefractive keratectomy) in monkeys. Arch Ophthalmol, 1990,108(5):665-675.

[9] Hua YJ, Pan C, Wang QM. Assessment of total corneal power after myopic corneal refractive surgery in Chinese eyes. Int Ophthalmol, 2019,39(11):2467-2475.

[10] Xin Y, Lopes BT, Wang JJ, et al. Biomechanical effects of tPRK, FS-LASIK, and SMILE on the Cornea. Front Bioeng Biotechnol, 2022,10:834270.

[11] Jiang JJ, Jhanji V, Sun LX, et al. Comparison of visual quality after Femto-LASIK and TransPRK in patients with low and moderate myopia. Int Ophthalmol, 2020,40(6):1419-1428.

[12] 方薇, 孙冉, 张伟, 等. LASEK 和 TransPRK 及 FS-LASIK 术后角膜屈光力及视觉质量比较. 国际眼科杂志, 2024,24(6):870-875.

[13] Grassmeyer JJ, Goertz JG, Baartman BJ. Diffuse lamellar keratitis in a patient undergoing collagen corneal cross-linking 18 years after laser *in situ* keratomileusis surgery. Cornea, 2021,40(7):917-920.

[14] Alio Del Barrio JL, Parafita-Fernandez A, Canto-Cerdan M, et al. Evolution of corneal thickness and optical density after laser *in situ* keratomileusis versus small incision lenticule extraction for myopia correction. Br J Ophthalmol, 2021,105(12):1656-1660.

[15] 李仲信, 韦伟, 段宇辉. FS-LASIK 矫正中高度近视术后 1 年屈光回退危险因素及其预测模型构建. 国际眼科杂志, 2024,24(6):954-959.

[16] Zhu XY, Zou LL, Yu MR, et al. Comparison of postoperative visual quality after SMILE and LASEK for high myopia: a 1-year outcome. PLoS One, 2017,12(8):e0182251.

[17] 金红颖, 王勤美, 王丹梅, 等. 角膜屈光手术对眼前像差的影响. 中华眼科杂志, 2003,39(6):328-334.

[18] 卫承华, 戴巧云, 晋毓信, 等. 激光法和器械法去上皮屈光性角膜切削术对比疗效观察. 中国实用眼科杂志, 2015,33(7):

720-723.

[19] Lee SY, Kim EW, Choi W, et al. Significance of dynamic contour tonometry in evaluation of progression of glaucoma in patients with a history of laser refractive surgery. Br J Ophthalmol, 2020,104(2):276-281.

[20] Frings A, Linke SJ, Bauer EL, et al. Effects of laser *in situ* keratomileusis (LASIK) on corneal biomechanical measurements with the Corvis ST tonometer. Clin Ophthalmol, 2015,9:305-311.

[21] Shen Y, Zhao J, Yao P, et al. Changes in corneal deformation parameters after lenticule creation and extraction during small incision lenticule extraction (SMILE) procedure. PLoS One, 2014,9(8):e103893.

[22] 张娜娜, 宋新志, 金庸, 等. 高度近视 SMILE 术后眼压变化与手术参数的相关性. 国际眼科杂志, 2022,22(8):1407-1410.

[23] Chan TC, Liu D, Yu M, et al. Longitudinal evaluation of posterior corneal elevation after laser refractive surgery using swept-source optical coherence tomography. Ophthalmology, 2015,122(4):687-692.

[24] Raevdal P, Grauslund J, Vestergaard AH. Comparison of corneal biomechanical changes after refractive surgery by noncontact tonometry: small-incision lenticule extraction versus flap-based refractive surgery—a systematic review. Acta Ophthalmol, 2019,97(2):127-136.

[25] Camellin M, Wyler D. Epi-LASIK versus epi-LASEK. J Refract Surg, 2008,24(1):S57-S63.

[26] Cherry PM. The treatment of pain following excimer laser photorefractive keratectomy: additive effect of local anesthetic drops, topical diclofenac, and bandage soft contact. Ophthalmic Surg Lasers, 1996,27(5 suppl):S477-S480.

[27] Saleh TA, Almasri MA. A comparative study of post-operative pain in laser epithelial keratomileusis versus photorefractive keratectomy. Surgeon, 2003,1(4):229-232.

[28] 赵庆新, 王燕燕, 冯雨, 等. 准分子激光上皮瓣下角膜磨镶术治疗近视的临床疗效观察. 眼科新进展, 2010,30(8):771-773.

[29] Kaiserman I, Sadi N, Mimouni M, et al. Corneal breakthrough haze after photorefractive keratectomy with mitomycin c: Incidence and risk factors. Cornea, 2017,36(8):961-966.

[30] Ahn JM, Choi BJ, Kim EK, et al. Three different aspheric treatment algorithms of laser-assisted sub-epithelial keratectomy in patients with high myopia. Jpn J Ophthalmol, 2013,57(2):191-198.