

准分子激光原位角膜磨镶术三种不同切削模式的疗效

巴俊, 李艳红, 吴岩, 朱玮, 金依华, 于靖

作者单位: (200072) 中国上海市, 同济大学附属第十人民医院眼科

作者简介: 巴俊, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 眼视光。

通讯作者: 于靖, 博士, 副主任医师, 研究方向: 眼视光、眼底病。

dryujing@yahoo.com.cn

收稿日期: 2013-06-26 修回日期: 2013-09-16

Therapeutic effect of three different patterns of laser *in situ* keratomileusis

Jun Ba, Yan-Hong Li, Yan Wu, Wei Zhu, Yi-Hua Jin, Jing Yu

Department of Ophthalmology, Tenth People's Hospital of Tongji University, Shanghai 200072, China

Correspondence to: Jing Yu. Department of Ophthalmology, Tenth People's Hospital of Tongji University, Shanghai 200072, China.

dryujing@yahoo.com.cn

Received: 2013-06-26 Accepted: 2013-09-16

Abstract

• AIM: To compare therapeutic effect of three different patterns of laser *in situ* keratomileusis; standard laser *in situ* keratomileusis (S-LASIK), aspheric ablation laser *in situ* keratomileusis (A-LASIK), and tissue-saving laser *in situ* keratomileusis (T-LASIK).

• METHODS: Retrospective Case Series. From February 2001 to October 2012, 66 patients (112 eyes), who received laser *in situ* keratomileusis in our hospital and were followed up for more than 6 months, were analyzed retrospectively. The surgery was underwent with 217z excimer laser of Bausch & Lomb and with the 110 μ m corneal flap made by OUP90 of Moria company. According to diopter, corneal thickness and pupil diameter in dark, different surgical patterns were adopted, and thus the patients were divided into three groups: S-LASIK ($n=36$), A-LASIK ($n=40$) and T-LASIK ($n=36$). The preoperative nocturnal visual satisfaction, nocturnal visual satisfaction in 6 months after the operation, UCVA, BSCVA, spherical equivalent (SE), K value measured by Orbscan II anterior eye segment analysis system, thinnest corneal thickness (TCT) and high-order aberration analysis (C7, C8, C12, RMSH) at 5mm pupil diameter were noted. Changes and relevance of these testing indexes were observed and analyzed preoperatively and postoperatively.

• RESULTS: According to the research on nocturnal visual satisfaction in 6 months after surgery, A-LASIK group showed better outcome than S-LASIK group and T-LASIK group. In the same period, SE less than $\pm 0.5D$ in three

groups accounted for 96.43%. RMSH, C7 and C12 in three groups all increased postoperatively ($P < 0.05$). These differences were of statistical significance. In the three groups, the measured ablation depth, compared with estimated ablation depth, increased $14.94 \pm 29.81 \mu\text{m}$, $11.2 \pm 10.94 \mu\text{m}$, $5.83 \pm 17.09 \mu\text{m}$ respectively and the ablated depth per unit area and per unit diopter was $0.85 \pm 0.27 \mu\text{m}/(D \cdot \text{mm}^2)$, $0.72 \pm 0.08 \mu\text{m}/(D \cdot \text{mm}^2)$, $0.59 \pm 0.09 \mu\text{m}/(D \cdot \text{mm}^2)$ respectively ($P < 0.05$). T-LASIK and A-LASIK saved 30.59% and 15.29% of corneal tissue compared to S-LASIK.

• CONCLUSION: S-LASIK, A-LASIK and T-LASIK can correct myopia and astigmatism effectively. RMSH, C7 and C12 in three groups have all increased postoperatively. The nocturnal visual satisfaction of A-LASIK group is superior to the other two groups, which may be associated with the less change in aberration. Compared with S-LASIK, both A-LASIK and T-LASIK are effective in saving corneal tissue. Ensuring the effect of clinical correction, meanwhile, group T-LASIK reduced the corneal thickness correction to reduce the changes of corneal biomechanics as much as possible.

• KEYWORDS: laser *in situ* keratomileusis; aberration; corneal thickness; ablated depth; curative effect

Citation: Ba J, Li YH, Wu Y, et al. Therapeutic effect of three different patterns of laser *in situ* keratomileusis. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013;13(10):1989-1992

摘要

目的: 比较准分子激光原位角膜磨镶术的三种不同模式: 标准模式 (standard laser *in situ* keratomileusis, S-LASIK)、非球面切削模式 (aspheric ablation laser *in situ* keratomileusis, A-LASIK) 和组织节约模式 (tissue-saving laser *in situ* keratomileusis, T-LASIK) 术后的临床疗效。

方法: 回顾性病例系列。研究对象为 2011-02/2012-10 在我院行准分子激光矫正近视手术, 并随访 6mo 以上的患者 66 例 112 眼。采用博士伦公司 217z 准分子激光机进行手术, Moria 公司 OUP90 制作 110 μ m 角膜瓣。根据患者的屈光度、角膜厚度和暗光下的瞳孔直径等因素采用不同的手术切削模式, 分为 S-LASIK 组 ($n=36$)、A-LASIK 组 ($n=40$) 和 T-LASIK 组 ($n=36$)。检测指标包括术前及术后 6mo 患者夜间视力满意度、裸眼视力、最佳矫正视力、等效球镜、Orbscan II 眼前节分析系统测量角膜 K 值、最薄角膜厚度 (thinnest corneal thickness, TCT) 及 5mm 瞳孔直径高阶像差分析。观察分析各组手术前后各检测指标的变化及相关性。

结果: 术后 6mo 夜间视力满意度调查, A-LASIK 组优于 T-LASIK 组和 S-LASIK 组。术后 6mo 三组等值球镜在

±0.5D 以内占 96.43%。术后三组高阶像差 RMS (RMS_H)、垂直彗差 (C7)、球差 (C12) 较术前均有增加, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。S-LASIK, A-LASIK 和 T-LASIK 组角膜实际切削深度较理论切削深度分别增加 14.94±29.81, 11.2±10.94, 5.83±17.09 μm; 单位面积单位屈光度的切削厚度分别为 0.85±0.27, 0.72±0.08, 0.59±0.09 μm/(D·mm²) ($P < 0.05$), T-LASIK 和 A-LASIK 切削的角膜厚度较 S-LASIK 分别节约 30.59% 和 15.29%。

结论: S-LASIK, A-LASIK 和 T-LASIK 均能有效地矫正近视散光, 术后彗差、球差和高阶像差 RMS 值有增加, A-LASIK 组术后视觉质量优于其他两组的可能与相差的改变少有关。A-LASIK 和 T-LASIK 较 S-LASIK 均可有效节省角膜。T-LASIK 组在保证临床矫正效果的同时减少角膜切削量, 尽可能减少角膜生物力学的变化。

关键词: 准分子激光原位角膜磨镶术; 像差; 角膜厚度; 切削深度; 疗效

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2013.10.12

引用: 巴俊, 李艳红, 吴岩, 等. 准分子激光原位角膜磨镶术三种不同切削模式的疗效. 国际眼科杂志 2013;13(10):1989-1992

0 引言

准分子激光原位角膜磨镶术 (laser *in situ* keratomileusis, LASIK) 是在角膜瓣下做准分子激光的消融达到屈光矫正效果的激光手术。由于其保留了角膜上皮层和前弹力层, 更符合角膜生理结构, 具有良好的预测性、有效性, 术后视力恢复快、屈光度回退少, 成为目前国内屈光手术的主流方式。本研究通过回顾性分析标准准分子激光原位角膜磨镶术 (standard laser *in situ* keratomileusis, S-LASIK)、非球面切削准分子激光原位角膜磨镶术 (aspheric ablation excimer laser *in situ* keratomileusis, A-LASIK) 及组织节约模式准分子激光原位角膜磨镶术 (tissue saving laser *in situ* keratomileusis, T-LASIK) 三种不同手术模式, 比较术前术后的手术疗效。

1 对象和方法

1.1 对象 选择 2011-02/2012-10 在我院行准分子激光矫正近视手术, 并随访 6mo 以上的患者 66 例 112 眼。其中男 38 例 62 眼, 女 28 例 50 眼。年龄 19~46 (平均 29.21±7.18) 岁, 球镜度 -1.00~-9.00 (平均 -5.25±1.91) D, 散光度 0~-4.25 (平均 -0.76±0.76) D, 等效球镜 (spherical equivalent, SE) 为 -1.25~-9.75 (平均 -5.64±2.06) D。视力以 logMAR 小数记录, 术前裸眼视力 (uncorrected visual acuity, UCVA) 0.2~2 (平均 0.94±0.30), 最佳矫正视力 (best spectacle-corrected visual acuity, BSCVA) -0.2~0 (平均 -0.04±0.05)。根据患者的屈光度、角膜厚度和暗光下的瞳孔直径, 采用不同的手术切削模式, 将其分为 S-LASIK 组 ($n=36$)、A-LASIK 组 ($n=40$) 及 T-LASIK 组 ($n=36$), 基本资料见表 1。暗瞳直径大者选择行 A-LASIK 术式, 高度近视者且角膜厚度相对较薄者选择行 T-LASIK 术式, 其余患者多选择行 S-LASIK。术前三组球镜度、SE 和瞳孔直径差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 最薄角膜厚度 (thinnest corneal thickness, TCT)、波前像差差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。所有术眼均排除圆锥角膜、青光眼、白内障、眼前段炎症、全身免疫性疾病, 无眼外伤及手术史。

表 1 各组术前临床资料

指标	S-LASIK 组	A-LASIK 组	T-LASIK 组
病例数	22	22	22
眼数	36	40	36
年龄 (岁)	29.64±10.17	29.45±6.45	29.09±5.96
UCVA (logMAR)	0.87±0.34	0.92±0.14	1.05±0.36
BSCVA (logMAR)	-0.05±0.05	-0.06±0.06	-0.02±0.04
球镜 (D)	-4.18±1.68	-4.83±1.43	-6.81±1.60
柱镜 (D)	-0.50±0.53	-0.60±0.58	-1.21±0.94
SE (D)	-4.43±1.72	-5.13±1.62	-7.41±1.60
NCT (mmHg)	15.63±1.96	16.62±2.31	17.62±2.63
平均 K 值	42.86±0.78	43.18±1.39	43.82±1.91
TCT (μm)	553.89±27.71	547.35±19.71	539.11±27.14
瞳孔直径 (mm)	6.39±0.39	7.05±0.70	6.51±0.52

注: SE: 等效球镜 (spherical equivalent); NCT: 非接触性眼压 (non-contact tonometer); K 值 = (K₂ + K₁)/2; TCT: 最薄角膜厚度 (thinnest corneal thickness)。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 术前各项常规检查包括: 裸眼视力 (国际标准视力表, 结果以 LogMAR 小数记录)、非接触性眼压、电脑验光、综合验光、散瞳后验光、裂隙灯显微镜检查、散瞳查眼底、角膜测厚、A 超测量眼轴、角膜地形图、波前像差, 排除眼部手术禁忌证。用美国 Bausch&Lamb Orbscan II 眼前节分析系统进行角膜地形图检查, 记录 TCT, K1 和 K2 值, 并计算两者平均 K 值。用美国 Bausch&Lamb Zywave 波前像差分析仪进行角膜波前像差检查 (相同检查环境), 采集暗光下瞳孔的波前像差数据, 记录 5mm 瞳孔直径下垂直彗差 (C7)、水平彗差 (C8)、球差 (C12) 和高阶像差 RMS (RMS_H)。

1.2.2 手术方法 采用美国博士伦公司 217z 准分子激光机进行手术, 参数如下: 波长 193nm, 能量密度 120mJ/cm, 频率 50Hz, 每个脉冲的切削量为 0.25 μm。使用法国 Moria 公司 OUP90 一次性刀头制作 110 μm 鼻侧蒂角膜瓣, 直径 8.5mm。个体化切削组分别采用 A/T 治疗卡插入准分子激光机内进行设定, 并输入 Orbscan 检查 5mm 区 K 值, 切削区直径按 Orbscan 检查暗光下瞳孔大小分别为 5.5mm, 5.8mm, 6.0mm, 激光光斑为 1~2mm, 一次性激光切削。目标屈光度设定为 0D, 无残留屈光度。激光切削前启动虹膜定位功能, 剩余角膜基质床厚度不低于 300 μm, 角膜瓣层间冲洗、复位, 术毕滴左氧氟沙星滴眼液、氯替泼诺混悬滴眼液, 并于裂隙灯显微镜下观察角膜瓣情况, 戴眼罩。所有手术皆由同一位主刀医生操作完成。

1.2.3 术后处理 术后第 1wk 滴左氧氟沙星滴眼液、氯替泼诺混悬滴眼液, 各 4 次/d, 第 2wk 起氯替泼诺混悬滴眼液改为 3 次/d, 每周递减一次至 1mo。并同时给予羟糖甘滴眼液 4 次/d, 卡波姆滴眼液 1 次/晚改善干眼症状。术后 1d; 1wk; 1, 3, 6mo 分别行裸眼视力、眼压、电脑验光, 术后 6mo 调查其本人的满意度, 复查角膜地形图及波前像差。

统计学分析: 采用 SPSS 13.0 统计软件进行统计学处理, 手术前后各项检测指标用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 手术前后计量资料应用配对 *t* 检验进行比较, 各组间计量资料采用单因素方差分析, 两组间比较采用 SNK-*q* 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表2 三组手术前后5mm瞳孔直径下高阶像差和彗差及球差变化

分组	RMS _h		C7		C8		C12	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后
S-LASIK 组	0.27±0.10	0.40±0.17	-0.12±0.26	-0.13±0.20	-0.01±0.08	-0.16±0.24	-0.14±0.14	-0.34±0.14
A-LASIK 组	0.24±0.12	0.32±0.11	-0.06±0.19	0.17±0.24	-0.02±0.11	-0.12±0.33	-0.10±0.12	-0.22±0.15
T-LASIK 组	0.35±0.15	0.50±0.15	-0.19±0.37	0.15±0.15	-0.01±0.27	-0.20±0.29	-0.15±0.18	-0.50±0.27

表3 三组术式手术前后 MAD,EAD,Diff 和 TCT 值 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

分组	MAD	EAD	Diff	TCT	
				术前	术后
S-LASIK 组	102.06±40.76	87.11±27.57	14.94±29.81	553.89±27.71	451.83±43.85
A-LASIK 组	101.55±27.39	90.35±24.61	11.2±10.94	547.35±19.71	445.80±20.10
T-LASIK 组	116.72±27.37	110.89±24.41	5.83±17.09	539.11±27.14	422.39±28.67

注:MAD:实际切削深度(measured ablation depth);EAD:理论切削深度(estimated ablation depth); Diff=MAD-EAD; TCT:最薄角膜厚度(thinnest corneal thickness)。

2 结果

2.1 术后夜间视力满意度调查 术后夜间视力满意度调查旨在了解患者术后夜间光晕或眩光的状况。结果 S-LASIK 组主诉夜间光晕 5 例,眩光 3 例;A-LASIK 组光晕 4 例,眩光 2 例;T-LASIK 组光晕 4 例,眩光 3 例(图 1)。术后满意度分别为 77.8%,85% 和 80.6%;A-LASIK 组显示出术后夜间更少的光晕、眩光主诉,术后视力满意度更高。三组术后均无眼底出血、继发性青光眼、弥漫性板层角膜炎等并发症。

2.2 术后裸眼视力和残留屈光度 三组术后裸眼视力均 100% 达到术前矫正视力,无矫正不足的情况。三组 BSCVA 差异无统计学意义($F=1.12, P=0.32$)。术后 6mo 三组等值球镜在 $\pm 0.5D$ 以内占 96.43%。其中,S-LASIK, A-LASIK 和 T-LASIK SE 在 $\pm 0.5D$ 以内分别占 88.9%, 100%, 100%;SE 在 $\pm 1.0D$ 分别占 94.9%, 100%, 100%。

2.3 波前像差的变化 术后 6mo 三组 RMS_h 均增加,与术前相比差异均有统计学意义($P<0.01$)。其中,A-LASIK 组增加幅度最小,S-LASIK, A-LASIK 和 T-LASIK 三组比较差异有统计学意义($F=15.05, P<0.01$)。A-LASIK 组和 T-LASIK 组术后 6mo C7 向正值变化,S-LASIK 组 C7 术后较术前稍有增加,与术前相比差异均有统计学意义($P<0.05$),三组比较差异有统计学意义($F=17.43, P<0.01$)。术后 6mo 三组 C8 较术前均有增加,与术前相比差异有统计学意义($P<0.05$)。其中 A-LASIK 组增加最少,三组比较差异无统计学意义($F=0.74, P=0.48$)。术后 6mo 三组 C12 均有增加,与术前相比差异有统计学意义($P<0.05$)。其中 A-LASIK 组增加最少,三组比较差异有统计学意义($F=19.29, P<0.05$,表 2)。

2.4 切削深度 角膜剩余基质厚度是根据术前每种角膜刀制作的理论角膜瓣厚度和准分子激光机计算出理论切削深度(estimated ablation depth,EAD)得出。实际角膜切削深度(measured ablation depth,MAD)为 Orbscan II 角膜地形图测得术前与术后 TCT 的差值。结果显示,三组 MAD 均高于 EAD,差异有统计学意义($P<0.05$)。三组 MAD 较 EAD 分别增加 $14.94 \pm 29.81, 11.2 \pm 10.94, 5.83 \pm 17.09 \mu\text{m}$,三组比较差异无统计学意义($F=1.79, P=0.17$,表 3)。

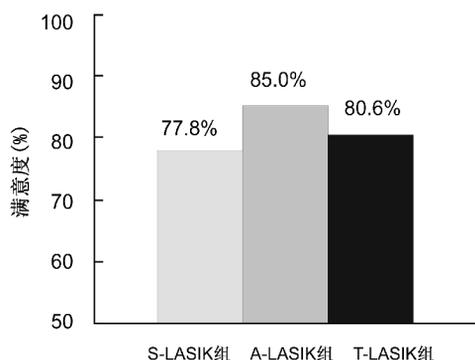


图1 术后6mo三组夜间视力满意度。

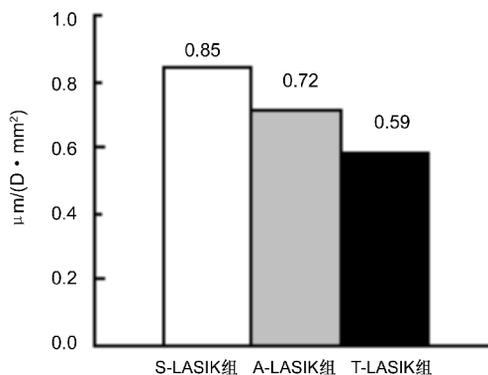


图2 三组单位面积单位屈光度的切削深度。

2.5 单位面积单位屈光度的切削深度 单位面积单位屈光度的切削深度 = $MAD/\pi r^2/|SE|$ (r 为切削中央区的半径)。S-LASIK, A-LASIK 和 T-LASIK 三组单位面积单位屈光度的切削深度分别为 $0.85 \pm 0.27, 0.72 \pm 0.08, 0.59 \pm 0.09 \mu\text{m}/(D \cdot \text{mm}^2)$ ($P<0.05$),T-LASIK 切削的角膜厚度较 S-LASIK 节约 30.59%, A-LASIK 切削的角膜厚度较 S-LASIK 节约 15.29% (图 2)。

3 讨论

3.1 术后视力与像差的关系 正常人群角膜中央区的曲率最大,从角膜中央到角膜缘曲率逐渐减少,其矢状面呈水平椭圆形的非球面形态。目前常用的 LASIK 通过对角膜基质层的切削,改变角膜中央区的曲率,达到矫正屈光不正的目的。虽然术后裸眼视力得到有效提高,但传统

LASIK 采用球面切削模式使非球面形态发生改变,人眼高阶像差特别是正球差显著增加,导致部分患者夜间视力下降,出现眩光、光晕等^[1],因此手术后视觉质量越来越受到关注。本研究中,S-LASIK,A-LASIK 和 T-LASIK 术后像差均有不同程度的增加,其中 A-LASIK 增加幅度明显少于前两组,尤其是术后球差呈负性增加趋势,这与季鹏等^[2]研究结果相符。虽然三组术后均可达到术前矫正视力,但 A-LASIK 术后 6mo 患者主诉夜间视力下降、眩光或光晕等不适主诉明显少于其他两组,这可能与非球面切削模式对像差的改变相对较少有关。

3.2 残留角膜厚度 国际公认 LASIK 术后角膜瓣下保留的角膜厚度应至少达到 250 μm 以上,以保持正常角膜的完整性和生物机械强度,防止发生继发性圆锥角膜^[3]。随着技术发展,角膜瓣制作厚度缩小为 110~160 μm ,甚至出现 90 μm 超薄瓣。庞辰久等^[4]采用博士伦 Technolas 217z 的 planoscan 模式标准化 LASIK,Hansatome Z160 或 Z180 刀头,通过 A 超测量法比较发现角膜的 MAD 比 EAD 增加 27.37 \pm 18.02 μm ,认为需将角膜基质床最低厚度设为 280 μm 为宜。本研究结果显示,S-LASIK,A-LASIK 和 T-LASIK 组 MAD 较 EAD 有不同程度的增加。这提示对患者可能有切削过深,导致医源性圆锥角膜的风险。然而,本研究中角膜基质床最低厚度设为 300 μm ,有效地保证了残留角膜厚度超过 410 μm ,减少术后圆锥角膜的发生。此外,不同品牌的准分子激光机器的角膜实际切削深度与理论切削深度的差异可能各不相同。Zeis-Mdeitec MEL 70 准分子激光机器的角膜实际切削深度比理论深度少 10 μm ^[5]。因此,设定残留角膜厚度应根据使用的激光机品牌、实际切削厚度等参数综合考虑。在三种切削模式中,T-LASIK 和 A-LASIK 均可有效节约角膜组织,较 S-LASIK 分别节约 30.59% 和 15.29%。因此,提示对于角膜偏薄或者屈光度较高的患者可以通过采用 T-或 A-LASIK 的模式进行切削,并且 T-LASIK 可以在保证临床矫正效果的同时减少切削量,尽量减少角膜生物力学的变化。

本研究尚存在一些局限性,其属于回顾性病例分析,根据患者的屈光度、角膜厚度和暗光下的瞳孔直径,采用适宜的手术切削模式。这样不可避免造成术前球镜、SE 及暗瞳直径的数据有统计学意义。但我们所研究的 TCT 及像差术前无统计学意义,这样对结果分析不造成影响。由于部分患者对比敏感度检查数据不全,而未纳入统计分析。由于不同仪器测量角膜厚度的原理不同,所得角膜厚度测量值并不完全相同,因此建议在长期的随访研究中需使用同一种测量仪器^[6,7]。A 超角膜测厚法是角膜厚度测量的“金标准”^[8],但由于测量时探头需要与角膜直接接触,有损伤角膜上皮、产生继发性感染的风险,因此在 LASIK 术后早期,一般不推荐使用 A 超测厚法^[9]。角膜最薄点在角膜屈光手术中具有重要影响。正常人双眼角膜最薄点主要位于颞下方,其次在鼻下方^[10]。多项研究发现圆锥角膜的圆锥顶点亦多位于颞下方^[11,12],在行近视性屈光术后角膜扩张主要位于颞下方或下方^[13]。在实际

操作过程中,A 超测厚难以一次性精确定位出角膜最薄点并在同一点上重复测量。而 Orbscan 角膜地形图仪可显示直径 11mm 的全角膜厚度及 TCT,并可进行重复多次测量。虽然有研究显示,Orbscan II 测量正常人群和行屈光手术人群术前术后的中央角膜厚度 (central corneal thickness, CCT) 值偏大^[14,15]。为了使研究具有可比性,减少术后感染的风险,避免医源性圆锥角膜的发生,因此本研究中的角膜厚度采用 Orbscan II 测得 TCT 值作为研究指标。

总之,对于不同的患者,应根据其屈光度、角膜厚度、暗光下瞳孔直径等因素个性化选择手术术式,力求获得最佳的术后视觉效果,减少术后的不适症状和并发症。

参考文献

- 1 Srivannaboon S, Reinstein DZ, Archer TJ, et al. Spherical aberration from myopic excimer laser ablation for aspheric and non-aspheric profiles. *Optom Vis Sci* 2012;89(8):1211-1218
- 2 季鹏,毕宏生,王兴荣.影响准分子激光原位角膜磨镶术前后球差变化的诸因素分析. *眼视光学杂志* 2008;10(5):346-348
- 3 赵延军,李雪.准分子激光角膜屈光手术后角膜后表面凸出的研究进展. *中华实验眼科杂志* 2012;30(2):181-184
- 4 庞辰久,宋晓虹,张黎,等. Technolas 217z 准分子激光角膜组织切削深度预测性的评价. *中国实用眼科杂志* 2007;25(3):320-323
- 5 Nagy ZZ, Resch M, Suvges I. Ultrasound evaluation of flap thickness, ablation depth, and cornea edema after laser *in situ* keratomileusis. *J Refract Surg* 2004;20(3):279-281
- 6 Zhao MH, Zou J, Wang WQ, et al. Comparison of central corneal thickness as measured by non-contact specular microscopy and ultrasound pachymetry before and post LASIK. *Clin Exp* 2007;35(9):818-823
- 7 Luo YH, Zhong Q, Ouyang PB, et al. Repeatability and agreement of CCT measurement in myopia using entacam and ultrasound pachymetry. *Int J Ophthalmol* 2012;5(3):329-333
- 8 Realini T, Lovelace K. Measuring central corneal thickness with ultrasound pachymetry. *Optom Vis Sci* 2003;80(6):437-439
- 9 Modis L Jr, Langenbacher A, Seitz B. Scanning-slit and specular microscopic pachymetry in comparison with ultrasonic determination of corneal thickness. *Cornea* 2001;20(7):711-714
- 10 程新梁,俞莹,顾立群,等.近视眼中央角膜厚度和最薄角膜厚度的关系. *中华眼视光学与视光科学杂志* 2012;14(12):742-744
- 11 Demirbas NH, Pflugfelder SC. Topographic pattern and apex location of keratoconus on elevation topography maps. *Cornea* 1998;17(5):476-484
- 12 李绍伟,李赵霞,史伟云,等.233 例圆锥角膜的临床特点分析. *中华眼科杂志* 2005;41:610-613
- 13 Klein SR, Epstein RJ, Randleman JB, et al. Corneal ectasia after laser *in situ* keratomileusis in patients without apparent preoperative risk factors. *Cornea* 2006;25(4):388-403
- 14 Ciolino JB, Khachician SS, Belin MW, et al. Comparison of corneal thickness measurements by ultrasound and Scheimpflug photography in eyes that have undergone laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2008;145(1):75-80
- 15 Odonnell C, Maldonado-Codina C. Agreement and repeatability of central thickness measurement in normal corneas using ultrasound pachymetry and the OCULUS Pentacam. *Cornea* 2005;24(8):920-924