

FS-LASIK 矫正不同程度近视术后角膜高阶像差的早期变化

任雁琳, 史春生, 姜波

引用:任雁琳,史春生,姜波. FS-LASIK 矫正不同程度近视术后角膜高阶像差的早期变化. 国际眼科杂志 2021;21(5):796-799

基金项目:安徽省科技厅科研项目(No.2018SEYL025);安徽省教育厅自然科学研究一般项目(No.12925KJ2018B11)

作者单位:(230041)中国安徽省合肥市,安徽省第二人民医院眼科

作者简介:任雁琳,毕业于安徽医科大学,硕士研究生,住院医师,研究方向:白内障、眼视光学。

通讯作者:史春生,毕业于安徽医科大学,副主任医师,研究方向:白内障、眼底病、眼视光学. 65362308@qq.com

收稿日期:2020-11-10 修回日期:2021-04-02

摘要

目的:探究轻中度和高度近视患者飞秒激光制瓣准分子激光原位角膜磨镶术(FS-LASIK)术后角膜前后表面和整体角膜高阶像差的变化。

方法:对2018-12/2019-12在我院行FS-LASIK手术的近视患者129例129眼进行回顾性病例研究,按术前等效球镜度(SE)分为轻中度近视组($SE < -6.00D$,76眼)和高度近视组($SE \geq -6.00D$,53眼)。分别于术前和术后6mo用Pentacam眼前节分析系统测量角膜前后表面和整体角膜的高阶像差。

结果:术后6mo,两组角膜前表面和整体角膜的总高阶像差、球差和水平彗差较术前增加,且高度近视组高于轻中度近视组(均 $P < 0.01$);两组角膜后表面的水平彗差较术前有差异(均 $P < 0.01$),且高度近视组高于轻中度近视组($P < 0.01$)。两组患者角膜前表面和整体角膜的术源性总高阶像差、球差和水平彗差与术前SE有明显相关性(均 $P < 0.01$)。

结论:FS-LASIK术后6mo角膜前表面及整体角膜的总高阶像差、球差和水平彗差均较术前增加,且与术前SE明显相关;角膜后表面高阶像差除水平彗差外无明显变化,其远期变化有待进一步研究。

关键词:飞秒激光制瓣准分子激光原位角膜磨镶术;高阶像差;轻中度近视;高度近视;角膜后表面

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.5.09

Early changes of the corneal higher-order aberrations after femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis for different degrees of myopia

Yan-Lin Ren, Chun-Sheng Shi, Bo Jiang

Foundation items: Science Foundation of Anhui Provincial Health

Bureau (No.2018SEYL025); Natural Science Foundation of Higher Educational Bureau of Anhui Province (No.12925KJ2018B11) Department of Ophthalmology, Anhui No. 2 Provincial People's Hospital, Anhui Eye Hospital, Hefei 230041, Anhui Province, China

Correspondence to: Chun - Sheng Shi. Department of Ophthalmology, Anhui No.2 Provincial People's Hospital, Anhui Eye Hospital, Hefei 230041, Anhui Province, China. 65362308@qq.com

Received:2020-11-10 Accepted:2021-04-02

Abstract

• **AIM:** To investigate the early changes of corneal higher-order aberrations (HOAs) of the anterior surface, posterior surface, and total cornea after femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis (FS-LASIK) in mild to moderate myopic and high myopic patients.

• **METHODS:** This retrospective study included 129 patients (129 eyes) underwent FS-LASIK surgery from December 2018 to December 2019. Treated eyes were divided into two groups, according to the preoperative spherical equivalent (SE): mild to moderate myopic group ($< -6.0D$, 76 eyes) and high myopic group ($\geq -6.0D$, 53 eyes). Corneal HOAs of the anterior surface, posterior surface, and total cornea were measured by Pentacam anterior segment analysis system preoperatively and 6mo postoperatively.

• **RESULTS:** The tHOAs, spherical aberrations and horizontal coma of the anterior surface and total cornea, significantly increased in both groups 6mo postoperatively (all $P < 0.01$). And more tHOAs, spherical aberrations and horizontal coma of the anterior surface and total cornea were induced in high myopic group than mild to moderate myopic group postoperatively (all $P < 0.01$). The horizontal coma of the posterior surface, significantly increased in both groups 6mo after operation (all $P < 0.01$). And more horizontal coma of the posterior surface were induced in high myopic group than mild to moderate myopic group postoperatively ($P < 0.01$). Changes in anterior surface and total corneal tHOAs, spherical aberrations and horizontal coma were related to the SE (all $P < 0.01$).

• **CONCLUSION:** Anterior and total corneal tHOAs, spherical aberrations and horizontal coma, significantly increased after FS-LASIK, and aberration changes were related to SE. Whereas posterior corneal HOAs remained stable except horizontal coma. The long-term effect should be investigated in the future.

• KEYWORDS: femtosecond laser - assisted *in situ* keratomileusis; higher - order aberrations; mild to moderate myopic; high myopic; posterior cornea

Citation: Ren YL, Shi CS, Jiang B. Early changes of the corneal higher-order aberrations after femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis for different degrees of myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(5):796-799

0 引言

飞秒激光制瓣准分子激光原位角膜磨镶术 (femtosecond laser-assisted *in situ* keratomileusis, FS-LASIK) 因具有良好的安全性、有效性及稳定性, 受到了越来越多近视患者的青睐^[1-2], 现已成为角膜屈光手术的主流。FS-LASIK 术后绝大多数患者可以获得较为满意的视力, 但在矫正低阶像差, 提高视力的同时也引入了大量的高阶像差, 患者出现眩光、光晕及暗视力下降等视觉质量问题^[3]。以往对 FS-LASIK 术后角膜高阶像差的研究多侧重于整体角膜或角膜前表面高阶像差的变化^[4-5], 角膜后表面高阶像差的变化鲜有报道。基于此, 本研究对不同程度近视患者 FS-LASIK 术后角膜前后表面和整体角膜高阶像差的早期变化进行探讨。

1 对象和方法

1.1 对象 随机选取 2018-12/2019-12 在我院行 FS-LASIK 手术的近视患者 129 例 129 眼进行回顾性病例研究。纳入标准: (1) 年龄 18~39 岁; (2) 术前屈光度不超过 -10.00D, 近 2a 内波动小于 $\pm 0.5D$; (3) 停戴软性角膜接触镜 2wk 以上, 硬性角膜接触镜 4wk 以上; (4) 符合 FS-LASIK 手术指征。排除标准: (1) 既往有眼部疾病史如青光眼、葡萄膜炎及视网膜疾病; (2) 有角膜云翳、斑翳和明显血管翳及角膜屈光手术史; (3) 患有全身免疫性疾病或者瘢痕体质; (4) 哺乳或者妊娠期女性。按术前等效球镜度 (SE) 分为轻中度近视组 (SE < -6.00D) 76 例 76 眼和高度近视组 (SE \geq -6.00D) 53 例 53 眼。两组患者性别、年龄及术前眼压、角膜厚度、平均角膜曲率等基线资料比较, 差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$), 术前 SE、球镜度差异有统计学意义 (均 $P < 0.01$), 见表 1。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 经本院伦理委员会审批通过。患者及其家属在充分了解手术获益及风险的情况下签署手术知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 所有患者均行 FS-LASIK 术前检查, 手术操作由同一经验丰富的医师完成。术前盐酸丙美卡因滴眼后, 采用 ZIEMER LDV 飞秒激光系统制作角膜瓣, 角膜瓣蒂部位于颞侧, 瓣的直径大小为 8.0mm, 厚度为 110 μ m; 采用 SCHWIND AMARIS 准分子激光仪进行激光消融, 光学消融区为默认值 6.3mm。术后予以氟米龙滴眼液滴眼, 每天 4 次, 逐周递减 1 次, 1mo 后停用; 左氧氟沙星滴眼液滴眼, 每天 3 次, 疗程 1wk; 玻璃酸钠滴眼液滴眼, 每天 4 次, 疗程 4wk。

1.2.2 高阶像差的测量 采用 Pentacam 测量患者术前和术后 6mo 角膜前后表面和整体角膜 6mm 直径范围的高阶像差。于暗室环境中, 受检者双眼自然睁开注视指示灯,

眨眼后立即测量, 以尽量减少泪膜对高阶像差测量的影响。选取成像质量最佳的图像进行数据采集, 重复测量 3 次, 取平均值进行分析。术源性高阶像差 = 术后 6mo 高阶像差 - 术前高阶像差。

统计学分析: 采用 SPSS 22.0 统计软件进行统计分析。所有计量资料均符合正态分布, 使用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验; 手术前后比较采用配对样本 *t* 检验。采用 Pearson 相关分析评价术源性角膜高阶像差与术前 SE 的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者角膜前表面高阶像差的比较 术前, 两组角膜前表面的各项高阶像差比较, 差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。术后 6mo, 两组角膜前表面的总高阶像差、球差、水平彗差均较术前增加 ($P < 0.01$), 其中高度近视组角膜前表面的总高阶像差、球差、水平彗差均高于轻中度近视组 ($P < 0.01$, 表 2)。

2.2 两组患者角膜后表面高阶像差的比较 术前, 两组角膜后表面的各项高阶像差比较, 差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。术后 6mo, 两组角膜后表面的水平彗差较术前有差异 ($P < 0.01$), 且高度近视组角膜后表面的水平彗差高于轻中度近视组 ($P < 0.01$), 两组其余角膜后表面的各项高阶像差与术前比较无明显变化 (均 $P > 0.05$, 表 3)。

2.3 两组患者整体角膜高阶像差的比较 术前, 两组整体角膜的各项高阶像差比较, 差异无统计学意义 (均 $P > 0.01$)。术后 6mo, 两组整体角膜的总高阶像差、球差、水平彗差均较术前增加 ($P < 0.05$), 其中高度近视组整体角膜的总高阶像差、球差、水平彗差高于轻中度近视组 ($P < 0.05$, 表 4)。

2.4 术源性高阶像差与术前 SE 的相关性 两组患者角膜前表面和整体角膜的术源性总高阶像差、水平彗差和球差与术前 SE 存在明显相关性 ($P < 0.01$); 角膜后表面的术源性水平彗差与术前 SE 有明显相关性 ($P < 0.01$, 表 5)。

3 讨论

随着角膜屈光手术方式的不断优化和近视人群手术期望的日益提高, 通过手术消除低阶像差, 提高视力已不能满足患者的需求, 此刻他们更关注的是视觉质量的改善。角膜高阶像差是视觉质量的重要评价指标^[6-7], 既往研究表明, 角膜后表面高阶像差可以反映角膜的生物力学特性, 为屈光手术后视觉质量下降的原因提供有价值的信息^[8-9], 因此不能忽视 FS-LASIK 术后角膜后表面高阶像差的变化。基于此, 本研究对 FS-LASIK 术后 6mo 角膜前后表面及整体角膜高阶像差的变化进行探究, 容易收集病例又确保研究的准确性。

本研究结果显示, 两组术后 6mo 角膜前表面及整体角膜的总高阶像差较术前增加, 后表面的总高阶像差不变, 这和以往的研究结果^[10-11]一致。Gyldenkerne 等^[10]通过对比 FS-LASIK 和飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术 (small incision lenticule extraction, SMILE) 术后角膜高阶像差的变化发现, 两种术式下角膜前表面及整体角膜的总高阶像差均明显大于术前, 角膜后表面的总高阶像差与术前相比则无明显变化。Wu 等^[11]比较了 FS-LASIK、SMILE 和飞秒激光角膜基质透镜切除术 (femtosecond laser

表1 两组患者术前基线资料的比较

组别	眼数	男/女 (例)	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	眼压 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)	角膜厚度 ($\bar{x}\pm s$, μm)	角膜曲率 ($\bar{x}\pm s$,D)	SE ($\bar{x}\pm s$,D)	球镜度 ($\bar{x}\pm s$,D)	柱镜度 ($\bar{x}\pm s$,D)
轻中度近视组	76	39/37	24.75 \pm 5.25	15.12 \pm 2.43	547.42 \pm 25.88	43.32 \pm 1.55	-4.18 \pm 0.96	-3.84 \pm 0.53	-0.38 \pm 0.61
高度近视组	53	28/25	24.27 \pm 4.64	14.79 \pm 2.81	551.52 \pm 26.03	43.13 \pm 1.27	-7.52 \pm 1.03	-7.20 \pm 0.85	-0.46 \pm 0.56
<i>t</i> ²		0.661	0.590	0.810	-0.750	0.420	-18.310	-18.250	-1.350
<i>P</i>		0.416	0.610	0.430	0.460	0.670	<0.01	<0.01	0.180

注:轻中度近视组:术前 SE<-6.00D;高度近视组:术前 SE \geq -6.00D。

表2 两组患者角膜前表面高阶像差的比较

组别	眼数	总高阶像差			垂直彗差			水平彗差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.33 \pm 0.07	0.50 \pm 0.17	-8.536/<0.01	0.02 \pm 0.10	0.02 \pm 0.11	-0.243/0.809	-0.03 \pm 0.07	-0.21 \pm 0.22	7.651/<0.01
高度近视组	53	0.32 \pm 0.07	0.83 \pm 0.28	-13.206/<0.01	0.01 \pm 0.09	0.02 \pm 0.16	-0.265/0.758	-0.02 \pm 0.13	-0.35 \pm 0.34	6.877/<0.01
<i>t</i>		0.881	-8.578		0.946	0.307		-0.317	2.687	
<i>P</i>		0.380	<0.01		0.346	0.759		0.752	0.008	

组别	眼数	垂直三叶草			倾斜三叶草			球差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.01 \pm 0.07	0.01 \pm 0.09	0.573/0.605	0.00 \pm 0.07	0.01 \pm 0.10	-0.625/0.591	0.20 \pm 0.07	0.22 \pm 0.08	-2.911/<0.01
高度近视组	53	0.01 \pm 0.08	0.01 \pm 0.10	0.531/0.685	0.00 \pm 0.07	0.02 \pm 0.10	-0.823/0.387	0.19 \pm 0.07	0.30 \pm 0.13	-6.206/<0.01
<i>t</i>		-0.074	0.661		-0.809	0.270		1.159	-4.494	
<i>P</i>		0.941	0.510		0.421	0.788		0.249	<0.01	

注:轻中度近视组:术前 SE<-6.00D;高度近视组:术前 SE \geq -6.00D。

表3 两组患者角膜后表面高阶像差的比较

组别	眼数	总高阶像差			垂直彗差			水平彗差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.16 \pm 0.03	0.17 \pm 0.03	-0.473/0.726	0.01 \pm 0.02	0.01 \pm 0.03	0.195/0.927	-0.02 \pm 0.04	-0.01 \pm 0.040	7.531/<0.01
高度近视组	53	0.16 \pm 0.03	0.17 \pm 0.04	-0.326/0.805	0.01 \pm 0.02	0.01 \pm 0.04	0.236/0.892	-0.01 \pm 0.03	0.01 \pm 0.034	-6.473/<0.01
<i>t</i>		0.234	-1.465		0.050	-0.028		-1.153	-3.003	
<i>P</i>		0.809	0.145		0.960	0.978		0.251	0.003	

组别	眼数	垂直三叶草			倾斜三叶草			球差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.01 \pm 0.04	0.02 \pm 0.04	-0.742/0.485	-0.01 \pm 0.05	-0.01 \pm 0.04	0.128/0.932	-0.12 \pm 0.02	-0.13 \pm 0.02	-0.523/0.667
高度近视组	53	0.00 \pm 0.04	0.02 \pm 0.06	-0.346/0.793	-0.01 \pm 0.04	-0.01 \pm 0.05	0.156/0.928	-0.12 \pm 0.02	-0.13 \pm 0.02	-0.582/0.679
<i>t</i>		0.436	-0.453		0.847	0.268		-0.068	0.221	
<i>P</i>		0.663	0.652		0.663	0.789		0.946	0.826	

注:轻中度近视组:术前 SE<-6.00D;高度近视组:术前 SE \geq -6.00D。

表4 两组患者整体角膜高阶像差的比较

组别	眼数	总高阶像差			垂直彗差			水平彗差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.32 \pm 0.08	0.53 \pm 0.18	-9.445/<0.01	0.03 \pm 0.10	0.03 \pm 0.24	-0.682/0.479	-0.04 \pm 0.15	-0.24 \pm 0.23	7.650/<0.01
高度近视组	53	0.31 \pm 0.07	0.89 \pm 0.30	-13.551/<0.01	0.02 \pm 0.08	0.02 \pm 0.60	0.466/0.723	-0.02 \pm 0.13	-0.38 \pm 0.38	6.976/<0.01
<i>t</i>		1.760	-8.679		1.045	0.318		-0.547	2.489	
<i>P</i>		0.081	<0.01		0.298	0.751		0.585	0.014	

组别	眼数	垂直三叶草			倾斜三叶草			球差		
		术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>	术前	术后 6mo	<i>t/P</i>
轻中度近视组	76	0.01 \pm 0.09	0.04 \pm 0.10	-0.953/0.365	-0.02 \pm 0.08	0.02 \pm 0.12	-1.263/0.218	0.16 \pm 0.07	0.18 \pm 0.09	-2.622/<0.01
高度近视组	53	0.02 \pm 0.10	0.04 \pm 0.13	-1.328/0.159	-0.02 \pm 0.08	0.03 \pm 0.15	-1.529/0.143	0.15 \pm 0.07	0.26 \pm 0.14	-5.986/<0.01
<i>t</i>		0.041	0.408		0.046	-0.883		1.185	-4.519	
<i>P</i>		0.967	0.684		0.963	0.379		0.238	<0.01	

注:轻中度近视组:术前 SE<-6.00D;高度近视组:术前 SE \geq -6.00D。

lenticule extraction, FLEx) 术后角膜高阶像差的变化,发现不同屈光手术方式对角膜总高阶像差的影响相同,角膜前表面和整体角膜的总高阶像差与术前相比明显增加,而角

膜后表面的总高阶像差无明显变化。造成 FS-LASIK 术后角膜总高阶像差变化的原因是术中角膜瓣的制作和角膜基质的切削均发生在角膜前表面,因此角膜后表面的总

表 5 术源性高阶像差与术前 SE 的相关性

术源性高阶像差		r	P
角膜前表面	总高阶像差	-0.592	<0.01
	垂直彗差	0.072	0.681
	水平彗差	0.608	<0.01
	水平三叶草	0.095	0.419
	倾斜三叶草	0.089	0.465
	球差	-0.615	<0.01
角膜后表面	总高阶像差	0.033	0.785
	垂直彗差	0.044	0.710
	水平彗差	-0.441	<0.01
	水平三叶草	0.061	0.569
	倾斜三叶草	0.070	0.691
	球差	0.062	0.563
整体角膜	总高阶像差	-0.583	<0.01
	垂直彗差	0.087	0.612
	水平彗差	0.562	<0.01
	水平三叶草	0.105	0.556
	倾斜三叶草	0.070	0.691
	球差	0.532	<0.01

高阶像差无明显变化。

在高阶像差中,对近视患者屈光手术后视觉质量影响最大的是球差和彗差,其中球差是经过瞳孔周边进入眼内的光线聚焦点与经过瞳孔中心进入眼内的光线聚焦点的差异,主要反映角膜的非球面性。Wang 等^[12]研究 FS-LASIK 矫正近视术后角膜高阶像差的变化,结果显示术后角膜前表面和整体角膜的球差均较术前增加,后表面的球差无明显变化,与本文研究结果一致。考虑是因为 FS-LASIK 术后角膜前表面由术前的椭球形变成术后的扁球形,使得角膜的非球面性发生改变,从而导致了角膜前表面及整体角膜球差的增加^[13-15]。

彗差和三叶草主要反映人眼屈光特征的非对称性,根据其方向的不同彗差分为垂直彗差和水平彗差,三叶草分为水平三叶草和倾斜三叶草。Chen 等^[16]对 15 例 26 眼行 FS-LASIK 手术的患者随访观察 3mo 发现,FS-LASIK 术后水平彗差较术前增加,垂直彗差维持稳定,这与本研究结果一致。Wang 等^[12]对 68 例 134 眼行 FS-LASIK 手术的患者进行为期 1a 的研究发现,术后垂直彗差较术前增加,水平彗差无明显变化。这些研究结果的不同主要与角膜瓣蒂部的位置有关,手术偏心 and 角膜瓣的愈合反应会影响屈光手术后角膜彗差的改变。本研究中 FS-LASIK 术后三叶草较术前无明显变化,这与官苍宇等^[17]研究结果相符。

此外,本研究通过对两组患者的各项角膜高阶像差进行对比研究发现,术前两组各项高阶像差比较,差异无统计学意义;术后 6mo,高度近视组角膜前表面及整体角膜的总高阶像差、球差及水平彗差均高于轻中度近视组。Wang 等^[12]和 Chen 等^[16]研究发现,FS-LASIK 术后角膜高阶像差的增加量与术前 SE 存在明显相关性;在 FS-LASIK 手术中,矫正的屈光度数越高,切削的角膜基质越多,引入的术源性高阶像差越大。这就解释了为何高度近视患者 FS-LASIK 术后更易出现眩光、光晕、暗视力下降等视觉质

量问题。因此,对于术后视觉质量要求较高、角膜厚度较薄的超高度近视患者,可以建议考虑其他屈光矫正手术。

综上所述,FS-LASIK 术后 6mo 角膜前表面和整体角膜的总高阶像差、球差和水平彗差较术前明显增加,且与术前 SE 存在明显相关性,而角膜后表面的高阶像差除水平彗差外无明显变化。但是本研究纳入样本量较小,随访时间较短,因此仍需在扩大样本量基础上进一步研究观察。

参考文献

- 1 赵宏,李彩红,沈策英,等.高度近视 ICL 植入术和飞秒激光制瓣 LASIK 术后视觉质量的比较.中华眼外伤职业眼病杂志 2019; 39(11): 2275-2279
- 2 张静,刘治容,张瑞帆,等.双通道系统评估不同近视患者行 FS-LASIK 术后视觉质量的变化.国际眼科杂志 2019; 19(6): 1012-1016
- 3 张丽,翟长斌,周跃华,等.近视患者角膜地形图引导与波前像差优化的 FS-LASIK 术后视觉质量比较.中华实验眼科杂志 2019; 37(11): 914-920
- 4 赵艳,孙西宇,王晓睿,等.FS-LASIK 两种光学区直径术后视觉质量的比较.国际眼科杂志 2019; 19(8): 1373-1376
- 5 李佳佳,郭永越,苏乐琪,等.LASIK 术后远期干眼与高阶像差改变及对视觉质量的影响.国际眼科杂志 2019; 19(6): 1007-1011
- 6 Al-Zeraid FM, Osuagwu UL. Induced Higher-order aberrations after Laser In Situ Keratomileusis (LASIK) Performed with Wavefront-Guided IntraLase Femtosecond Laser in moderate to high Astigmatism. BMC Ophthalmol 2016; 16(1): 29-39
- 7 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): 118-125
- 8 李晓晶,王雁,吴雅楠,等.角膜前、后表面像差在近视及近视散光人眼中的分布特点及补偿机制的初步研究.中华眼科杂志 2016; 52(11): 840-849
- 9 Li X, Wang Y, Dou R. Aberration compensation between anterior and posterior corneal surfaces after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis. Ophthalmic Physiol Opt 2015; 35(5): 540-551
- 10 Gyldenkerne A, Ivarsen A, Hjortdal JO. Comparison of corneal shape changes and aberrations induced by FS-LASIK and SMILE for myopia. J Refract Surg 2015; 31(4): 1-7
- 11 Wu W, Wang Y. Corneal Higher-Order Aberrations of the Anterior Surface, Posterior Surface, and Total Cornea After SMILE, FS-LASIK, and FLEx Surgeries. Eye Contact Lens 2016; 42(6): 358-365
- 12 Wang J, Ren YL, Liang K, et al. Changes of corneal high-order aberrations after femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis. Medicine 2018; 97(18): 618-624
- 13 康盈,王华,陈蛟.角膜地形图引导的 FS-LASIK 治疗近视及散光的视觉质量评估.中华眼视光学与视觉科学杂志 2019; 21(6): 414-419
- 14 魏然,郑琼芹,邱乐梅,等.高度近视行 SMILE 与 FS-LASIK 术后视觉质量比较.中华眼视光学与视觉科学杂志 2017; 19(4): 225-230
- 15 黄德哈,司方圆,刘才远.飞秒制瓣准分子激光原位角膜磨镶术和前弹力层下激光角膜磨镶术术后角膜前表面高阶相差变化的比较.安徽医药 2019; 23(1): 102-105
- 16 Chen XQ, Wang Y, Zhang JM, et al. Comparison of ocular higher-order aberrations after SIMLE and wavefront-guided femtosecond LASIK for myopia. BMC Ophthalmol 2017; 17(1): 42-51
- 17 官苍宇,闫爱民,姚远,等.波前像差引导 FS-LASIK 治疗近视合并中高度散光患者术后高阶像差变化.国际眼科杂志 2018; 18(2): 393-395