

准分子激光角膜原位磨镶术后远期视觉质量的观察

赵冠华¹, 张磊¹, 丁一峰², 严伟明¹, 陈涛¹, 吴飞¹, 张作明¹

基金项目: 全军后勤科研重大项目 (No. AKJ11J002); 全军后勤科研重点项目 (No. BKJ14C008)

作者单位:¹(710032) 中国陕西省西安市, 第四军医大学航空航天医学系;²(710032) 中国陕西省西安市, 第四军医大学学员一旅五营十七连

作者简介: 赵冠华, 男, 在读硕士研究生, 研究方向: 视觉科学、眼视光学。

通讯作者: 张作明, 男, 教授, 副主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 视觉生理学、眼科医学. zhangzm@fmmu.edu.cn

收稿日期: 2016-11-24 修回日期: 2017-03-09

Evaluation of long-term optical quality after laser *in situ* keratomileusis for myopia

Guan-Hua Zhao¹, Lei Zhang¹, Yi-Feng Ding², Wei-Ming Yan¹, Tao Chen¹, Fei Wu¹, Zuo-Ming Zhang¹

Foundation items: The Military Logistics of Major Scientific Research Projects (No. AKJ11J002); the Military Logistics of Scientific Research Projects (No. BKJ14C008)

¹Department of Clinical Aerospace Medicine, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China; ²Cadet Brigade, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Zuo-Ming Zhang. Department of Clinical Aerospace Medicine, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China. zhangzm@fmmu.edu.cn

Received: 2016-11-24 Accepted: 2017-03-09

Abstract

• AIM: To evaluate the stabilization of long-term optical quality after laser *in situ* keratomileusis (LASIK) for myopia by Optical Quality Analysis System.

• METHODS: Totally 70 eyes from 35 student volunteers after LASIK and 140 eyes from 70 normal student volunteers were recruited from the Fourth Military Medical University. The volunteers after LASIK were divided into recent observation group (2 ~ 4a after LASIK) and long-term observation group (5 ~ 10a after LASIK). The normal volunteers were divided into recent control group and long-term control group, to analysis the influence of confounding factors such as age and eyes-using habit on the optical quality. The observation groups and the control groups were compared respectively. The objective scattering index (OSI), modulation transfer function cutoff frequency (MTF cutoff), Strehl ratio (SR), OQAS value in 100% contrast

(OV100%), OQAS value in 20% contrast (OV20%), OQAS value in 9% contrast (OV9%) were analyzed.

• RESULTS: The OSI of observation group improved significantly but the MTF cutoff, SR, OV100%, OV20% and OV9% decreased significantly in several years after LASIK ($P < 0.05$). The optical quality is generally stable after LASIK. The OSI had a tendency to reduce and the MTF cutoff, SR, OV100%, OV20% and OV9% had a tendency to improve, but showed no significant difference.

• CONCLUSION: LASIK, one of the most frequent operation methods for myopia correction, can reduce the optical quality in a certain extent. The optical quality has a tendency to recover in several years after LASIK, but not completely. OQAS is a feasible method in assessing the long-term optical quality after LASIK.

• KEYWORDS: laser *in situ* keratomileusis; optical quality; myopia; modulation transfer function

Citation: Zhao GH, Zhang L, Ding YF, *et al.* Evaluation of long-term optical quality after laser *in situ* keratomileusis for myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2017;17(4):719-723

摘要

目的: 研究接受准分子激光角膜原位磨镶术 (LASIK) 患者的视觉质量在术后数年内是否稳定, 应用视觉质量分析系统 (Optical Quality Analysis System, OQAS II) 对 LASIK 术后远期视觉质量进行评价。

方法: 从第四军医大学学员中招募志愿者作为受试者, 从中选择曾行 LASIK 手术者 35 例 70 眼作为观察组, 未行 LASIK 手术者 70 例 140 眼作为对照组, 应用 OQAS II 比较近期观察组 (LASIK 术后 2 ~ 4a) 和远期观察组 (LASIK 术后 5 ~ 11a) 的视觉质量, 通过设立近期对照组 (≤ 22 岁) 和远期对照组 (≥ 23 岁) 探讨年龄、用眼习惯等混杂因素对视觉质量的影响, 并分别与近期观察组和远期观察组相比较。观察指标为客观散射指数 (OSI)、MTF 截止空间频率 (MTF cutoff)、斯特列尔比值 (SR)、100% 对比敏感度的 OQAS 分值 (OV100%)、20% 对比敏感度的 OQAS 分值 (OV20%) 和 9% 对比敏感度的 OQAS 分值 (OV9%)。

结果: 在术后数年内, 观察组的 OSI 显著高于对照组, 而 MTF cutoff、SR 以及 OV100%、OV20% 和 OV9% 显著低于对照组 ($P < 0.05$); 随术后时间延长, 视觉质量基本保持稳定, OSI 有一定降低的趋势, 而 MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 有一定升高的趋势, 但均没有统计学差异 ($P > 0.05$)。

结论: LASIK 是矫正近视的常用手术方法, 随术后时间延长, 因手术一定程度降低的视觉质量有恢复的趋势, 但在

数年内不能完全恢复,基本保持稳定的状态。OQAS 能够对 LASIK 术后的视觉质量进行定性和定量分析,有助于近视矫正术后视觉质量的分析和手术方案的改进。
关键词:准分子激光角膜原位磨镶术;视觉质量;近视;调制传递函数

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.4.33

引用:赵冠华,张磊,丁一峰,等.准分子激光角膜原位磨镶术后远期视觉质量的观察.国际眼科杂志 2017;17(4):719-723

0 引言

目前视觉质量评价方法主要可以分为主观和客观两类,主观评价方法包括视力、对比敏感度、对比度视力、双眼视功能、视觉质量量表等,均属于心理物理学方法,受被测试者的情绪、心理状态及认知功能等因素影响;客观评价方法包括角膜像差和全眼像差、点扩散函数(point scatter function, PSF)、调制传递函数(modulation transfer function, MTF)等^[1-3]。目前最为常用的客观评价方法是利用波前像差仪进行检测,它能够客观测量影响视觉质量的像差。但是,人眼是复杂的成像系统,波前像差仪无法检测出散射这一对视觉质量也具有重要影响的因素。对于正常、年轻、健康眼来说,散射的影响可能并不严重,但是对于接受近视矫正手术的眼来说,散射对于视觉质量的影响不能忽视^[4]。双通道系统视觉质量分析系统(Optical Quality Analysis System, OQAS)直接对点光源在视网膜上所呈图像进行傅立叶变换,囊括了眼光学系统中衍射、像差和散射的综合信息,是目前唯一可对视觉质量进行全面客观评价的仪器^[2,5-6]。2010年 Ondategui 等^[5]应用 OQAS 研究 PRK 和 LASIK 术前、术后 3mo 内的视觉质量,表明 PRK 和 LASIK 术后,视网膜成像质量均下降,两者间无明显差异。这说明近视矫正术会轻度地降低人眼视网膜成像质量。而 Güell 等^[7]研究表明,对高度近视眼行有晶状体眼人工晶状体植入术(Verisyse, AMO)后,术后 1d 的视觉质量要显著低于术后 1mo 的视觉质量,说明术后短期内的视觉质量并不稳定,会因术后时间延长而升高,这可能是手术创伤后恢复所致。张静等^[8]研究 LASIK 术后 1wk, 1.3mo 的 MTF 值与术前比较,有先下降后上升的趋势,术后 3mo 仍未恢复到术前水平。本研究旨在采用 OQAS II 技术评估 LASIK 术后数年内的视觉质量,以明确 LASIK 手术对远期视觉质量的影响。

1 对象和方法

1.1 对象 研究对象为我校在校学生,所有受检者均排除屈光不正外一切影响视功能的器质性疾病、活动性炎症及不能配合检查者,配戴角膜接触镜者须至少停戴 3d 以上,从中选择曾行 LASIK 手术的学员 35 例,其中术后 2~4a 作为近期观察组(17 例 34 眼),年龄 20~23(21.41±1.18)岁;术后 5~11a 作为远期观察组(18 例 36 眼),年龄 23~32(26.17±2.43)岁。选择年龄与观察组相近的 70 例 140 眼作为对照组,其中近期对照组 34 例 68 眼,年龄 20~22(21.03±0.76)岁,远期对照组 36 例 72 眼,年龄 23~32(26.31±2.92)岁。

1.2 方法 受试测量前填写调查问卷(图 1)。而后,依据 OQAS 标准操作程序进行视觉质量测量操作,本研究将瞳孔直径设定为 4.0mm,通过 OQAS II 客观视觉质量

姓名:	性别:	出生年月:
年级:	学号:	
是否近视:	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	右眼近视度数: 左眼近视度数:
是否曾行近视矫正手术:	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	右眼手术前度数: 左眼手术前度数:
术式:	<input checked="" type="checkbox"/> LASIK <input type="checkbox"/> 其他术式:	做手术的时间: 年 月
眼科相关病史:		
平均用眼时间:	<input checked="" type="checkbox"/> 小于 4 小时 <input type="checkbox"/> 4~8 小时 <input type="checkbox"/> 8 小时以上	
其中使用电子产品时间约: ___小时 看纸质书籍时间约: ___小时		

图 1 受试测量前填写调查问卷。

分析系统检测采集以下 7 个指标:(1)客观散射指数(objective scattering index, OSI):散射指光线通过不均匀介质时引起的传播方向向各个方向改变的现象。OSI 值越高,眼内散射情况越严重^[9-10]。(2)MTF 截止空间频率(modulation transfer function cutoff frequency, MTF cutoff),表示 MTF 曲线接近人眼分辨率极限(MTF 值=0.01)时的空间频率值^[11],此值越高表明视觉质量越好;(3)斯特列尔比值(Strehl ratio, SR),指在同一瞳孔直径下,有像差光学系统的点扩散函数(PSF)中心峰值与衍射受限光学系统(无像差)PSF 的中心峰值比值,此比值越高,视觉质量越好;(4)100% 对比敏感度的 OQAS 分值(OQAS value in 100% contrast, OV100%),对应于 MTF 为 0.01 时的截断值;(5)20% 对比敏感度的 OQAS 分值(OQAS value in 20% contrast, OV20%),对应于 MTF 为 0.05 时的截断值;(6)9% 对比敏感度的 OQAS 分值(OQAS value in 9% contrast, OV9%),对应于 MTF 为 0.1 时的截断值;(7)等效球镜度数^[12]。

统计学分析:运用 SPSS 19.0 统计软件对资料进行分析,各参数以 $\bar{x} \pm s$ 表示。两组间采用独立样本 *t* 检验进行比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 比较混杂因素 共 115 例基本资料完整并完成了检查,其中能够回忆术前信息且术式为 LASIK 者 35 例 70 眼,未行近视矫正术者 70 例 140 眼。除等效球镜度数外,近(远)期观察组与其相应的近(远)期对照组在年龄、学历(从大学入学算起)、以及用眼习惯这些混杂因素上均没有统计学差异($P > 0.05$,表 1、2)。近远期观察组相比较,术前近视度数和等效球镜度数没有统计学差异($P > 0.05$),而年龄、学历和用眼习惯均有统计学差异($P < 0.05$,表 3)。

2.2 混杂因素对视觉质量的影响 近远期对照组相比,其 OSI、MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 均无统计学差异($P > 0.05$,表 4),可以认为尽管近远期对照组在年龄、学历以及用眼习惯这些混杂因素上存在一定程度的差异,但这样的差异不会对视觉质量相关参数造成影响。那么在评估近远期观察组的视觉质量时,也可以认为这些混杂因素不会对 OSI、MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 这些视觉质量相关参数造成影响。

2.3 术后时间对视觉质量的影响 近远期观察组相比,其 OSI、MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9% 均无统计学差异($P > 0.05$,表 5)。可以认为 LASIK 术后 2~4a

表 1 近期观察组和近期对照组的混杂因素

分组	年龄(岁)	学历(a)	阅读电子产品的时间(h/d)	阅读纸质书籍的时间(h/d)	等效球镜度数(D)	$\bar{x} \pm s$
近期观察组	21.41±1.18	3.24±0.90	3.29±1.40	4.41±1.77	-0.74±0.78	
近期对照组	21.03±0.76	3.03±0.83	2.97±1.48	4.87±2.47	-2.87±1.47	
<i>t</i>	1.220	0.808	0.748	-0.677	9.539	
<i>P</i>	0.235	0.206	0.458	0.502	<0.001	

注:近期观察组:LASIK 术后 2~4a 患者;近期对照组:≤22 岁未行 LASIK 手术者。

表 2 远近期观察组和远期对照组的混杂因素

分组	年龄(岁)	学历(a)	阅读电子产品的时间(h/d)	阅读纸质书籍的时间(h/d)	等效球镜度数(D)	$\bar{x} \pm s$
远期观察组	26.17±2.43	7.22±2.88	4.53±1.79	3.03±2.05	-0.89±0.66	
远期对照组	26.31±2.92	6.44±2.48	4.60±2.22	2.99±2.08	-2.65±1.67	
<i>t</i>	-0.174	1.030	-0.115	0.070	7.794	
<i>P</i>	0.863	0.308	0.909	0.945	<0.001	

注:远期观察组:LASIK 术后 5~11a 患者;远期对照组:≥23 岁未行 LASIK 手术者。

表 3 近期观察组和远期观察组的混杂因素及术前近视度数

分组	年龄(岁)	学历(a)	阅读电子产品的时间(h/d)	阅读纸质书籍的时间(h/d)	等效球镜度数(D)	术前近视度数(D)	$\bar{x} \pm s$
近期观察组	21.41±1.18	3.24±0.90	3.29±1.40	4.41±1.77	-0.74±0.78	-3.53±1.22	
远期观察组	26.17±2.43	7.22±2.88	4.53±1.79	3.03±2.05	-0.89±0.66	-4.11±1.93	
<i>t</i>	-7.428	-5.587	-2.263	2.134	0.848	1.498	
<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.030	0.040	0.399	0.139	

注:近期观察组:LASIK 术后 2~4a 患者;远期观察组:LASIK 术后 5~11a 患者。

表 4 近期对照组和远期对照组的视觉质量

分组	OSI	MTF cutoff	SR	OV100%	OV20%	OV9%	$\bar{x} \pm s$
近期对照组	0.734±0.422	36.012±11.000	0.211±0.072	1.200±0.367	0.890±0.324	0.552±0.216	
远期对照组	0.743±0.489	34.104±10.317	0.194±0.067	1.137±0.344	0.830±0.289	0.501±0.185	
<i>t</i>	-0.119	1.059	1.484	1.050	1.169	1.505	
<i>P</i>	0.905	0.291	0.140	0.296	0.245	0.135	

注:近期对照组:≤22 岁未行 LASIK 手术者;远期对照组:≥23 岁未行 LASIK 手术者。

表 5 近期观察组和远期观察组的视觉质量

分组	OSI	MTF cutoff	SR	OV100%	OV20%	OV9%	$\bar{x} \pm s$
近期观察组	1.244±0.550	27.428±7.878	0.162±0.041	0.940±0.252	0.665±0.178	0.418±0.122	
远期观察组	1.167±0.443	28.528±8.186	0.169±0.048	0.947±0.273	0.667±0.228	0.421±0.142	
<i>t</i>	0.651	-0.573	-0.681	-0.111	-0.034	-0.083	
<i>P</i>	0.517	0.569	0.498	0.912	0.973	0.934	

注:近期观察组:LASIK 术后 2~4a 患者;远期观察组:LASIK 术后 5~11a 患者。

和术后 5~11a 患者的视觉质量没有明显区别,即 LASIK 术后数年内患者的视觉质量基本保持稳定。

2.4 LASIK 手术对视觉质量的影响 近(远)期观察组与近(远)期对照组相比,OSI、MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9%均有统计学差异($P<0.05$,表 6、7),观察组的 OSI 显著高于对照组,而 MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9%均显著低于对照组,说明 LASIK 手术会一定程度降低视觉质量。

3 讨论

视力和对比敏感度检查是最常见的检查视觉质量的检查方法,但这两种都属于主观评价方法,无法排除神经

系统的作用以及人为因素(如情绪、心理状态)等主观因素的干扰,因此,这些主观评价方法无法用于角膜等屈光系统的视觉质量评估。随着波前技术的引入,利用波前像差仪进行检测逐渐成为客观评价视觉质量的常用方法^[13]。但波前像差仪是通过测量人眼像差来进行视觉质量评价,没有将眼内散射、衍射的因素包涵在内。而 OQAS 是一种基于双通道原理的视觉质量分析系统,其综合了像差、衍射与散射的信息,能够客观量化地测量眼内散射程度,对视网膜成像质量进行更加客观全面的分析^[6]。该仪器应用 780nm 的近红外点光源,通过采集点光源的视网膜成像并分析得到点扩散函数(PSF),该函数

表6 近期观察组和近期对照组的视觉质量

分组	OSI	MTF cutoff	SR	OV100%	OV20%	OV9%
近期观察组	1.244±0.550	27.428±7.878	0.162±0.041	0.940±0.252	0.665±0.178	0.418±0.122
近期对照组	0.734±0.422	36.012±11.000	0.211±0.072	1.200±0.367	0.890±0.324	0.552±0.216
<i>t</i>	4.760	-4.522	-4.417	-4.195	-4.531	-4.010
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:近期观察组:LASIK术后2~4a患者;近期对照组:≤22岁未行LASIK手术者。

表7 远期观察组和远期对照组的视觉质量

分组	OSI	MTF cutoff	SR	OV100%	OV20%	OV9%
远期观察组	1.167±0.443	28.528±8.186	0.169±0.048	0.947±0.273	0.667±0.228	0.421±0.142
远期对照组	0.743±0.489	34.104±10.317	0.194±0.067	1.137±0.344	0.830±0.289	0.501±0.185
<i>t</i>	4.374	-2.826	-2.193	-2.892	-3.192	-2.505
<i>P</i>	<0.001	0.006	0.031	0.005	0.002	0.014

注:远期观察组:LASIK术后5~11a患者;远期对照组:≥23岁未行LASIK手术者。

反映了点光源投射到视网膜后发生的光强度以及其位置偏差,能够全面地反映眼内光学成像质量的信息^[14]。通过OQAS可以得到OSI、MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%和OV9%这几项视觉质量相关的指标,其中OSI反映光线在眼内的散射情况,有白内障等晶状体混浊疾病的患者OSI值将明显增大,其值越小表示眼内散射越小,视觉质量越好;MTF cutoff表示接近人眼分辨极限时的空间频率,其值越大表示人眼能分辨空间频率的极限值越大,视觉质量越好;SR为有像差光学系统的PSF中心峰值与衍射受限光学系统(无像差)PSF的中心峰值比值,此比值越高,视觉质量越好;在MTF曲线上,OV100%、OV20%和OV9%对应于MTF为0.01、0.05和0.1时的截断值,其值越大表示视觉质量越好^[12]。

LASIK作为准分子激光角膜手术的主要术式已被广大眼科医师和患者所接受,其术后视觉质量也倍受关注,利用OQAS检测视觉质量与其他方法相比,既能反映各种像差对视觉系统调制传递函数(MTF)的影响,又涵盖了散射、衍射的信息,具有客观、全面、方便的特点。Marcos^[15]发现,LASIK术后3.0mm瞳孔时的MTF曲线面积明显减小;Moreno-Barriuso等^[16]报道,LASIK术后近视患者的总高阶像差比术前明显增大;Applegate等^[17]研究表明,LASIK术后高阶像差增加,主要是球差和彗差的增加和二者比例的改变,导致视网膜成像质量下降。Ondategui等^[5]研究表明,虽然视觉质量相关的各参数会有变化,但仍在正常范围内,手术获得的视觉质量仍可接受,这也解释了患者未对最终视力结果产生不满的原因。这些研究表明LASIK术后视觉质量会有一定程度的下降,但术后视觉质量仍可接受。张静等^[8]研究LASIK术后1wk,1,3mo,3mm瞳孔直径下,低、中、高空间频率的MTF值与术前比较,有明显先下降后上升的趋势,术后3mo仍未恢复到术前水平。Güell等^[7]在对高度近视眼行有晶状体眼人工晶状体植入术的研究中也得到了类似的结果,这些研究表明近视矫正术后视觉质量相比术前会有一定程度下降,但随术后时间延长会有一定程度的恢复趋势,LASIK术后3mo仍未恢复到术前水平。

分析对照组和观察组近远期视觉质量的变化趋势,在对照组中,近期对照组的OSI有低于远期对照组的趋势,而MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9%有高于远期对

照组的趋势,这表示近期对照组的视觉质量有高于远期对照组的趋势,根据Saad等^[14]研究的类似结果,这可能是年龄因素带来的影响。而在观察组中,近期观察组的OSI有高于远期观察组的趋势,而MTF cutoff、SR、OV100%、OV20%、OV9%低于远期观察组的趋势,这表示近期观察组的视觉质量有低于远期观察组的趋势,这与对照组中的趋势不同。产生这种趋势的原因,可能是随术后时间延长,视觉质量有恢复的趋势,但没有恢复到未行手术的视觉质量水平。从等效球镜度数来看,观察组的度数明显低于对照组($P<0.01$),这是LASIK手术矫正的结果。远期观察组的度数虽然有高于近期观察组的趋势,但两者没有明显的差异($P>0.05$),说明LASIK术后数年内的等效球镜度数基本稳定,屈光回退的现象并不明显。

本研究表明,LASIK术后数年内的视觉质量保持稳定,有一定的上升趋势,但没有恢复至未行手术的视觉质量水平。虽然LASIK手术会使患者的视觉质量有一定程度的下降,但随术后时间延长会有一定恢复的趋势,即使没有完全恢复到术前水平,在数年内视觉质量也是比较稳定的,这也就解释了LASIK术后早期部分患者即使视力已经达到正常,但仍会诉视物朦胧感,尤其是傍晚视物模糊或夜间驾驶困难等,但随术后时间延长很多患者的症状有消失或减轻的现象。

以往的研究表明,LASIK手术会一定程度降低患者的视觉质量^[15-17],这与本研究得到的结果相一致,近远期观察组相对于相应的对照组来说其视觉质量都是显著下降的。而从术后对视觉质量的观察来说,以往研究表明在近视矫正术后数月内视觉质量有一定恢复的趋势^[7-8],但观察的时间较短,不能说明术后更长时间内患者的视觉质量情况。本研究利用OQAS探讨LASIK术后数年内的视觉质量变化,设立对照组排除年龄、用眼习惯等混杂因素的干扰,结果表明LASIK术后数年内的视觉质量基本稳定,并随时间的延长有一定恢复的趋势,验证了以往学者对近视矫正术后远期视觉质量变化的预测。从等效球镜度数来看,屈光回退的现象并不显著,可见LASIK手术是一种较为安全有效的近视矫正方法。

OQAS能够客观准确地对人眼MTF曲线进行测量,能够反映人眼屈光系统的光学质量,能够定性定量地对近视矫正术后的视觉质量进行分析,有助于分析近视矫正术后

视觉质量以及手术方案的改进。视觉质量反映外界物体在视网膜的成像质量,对飞行员、驾驶员等一些对视功能要求较高特殊行业的从业者来说,应用客观的检查方法能够排除神经系统以及人为因素的干扰,以定量的方式给出具体数值,能够更精确地反映物体在视网膜上所成像的清晰程度,有助于对功能的改变进行预测和比较,也利于疾病的早期诊断,因此客观定量的视觉质量评价方法更有助于分析对视功能要求较高的从业者视功能状况,也能够起到早期发现和诊断疾病的作用。

追求清晰、舒适、持久的视觉质量是近视矫正术的目标,OQAS 能够对 LASIK 术后成像质量的变化做出客观、细致的分析,使主观症状得到定性、定量、客观的表达,用 OQAS 评价视觉质量的变化有望对角膜屈光手术参数的设计和调整提供参考。LASIK 作为近视矫正术中常用的手术方法,其对视觉质量虽产生一定影响,但尚在可接受的范围之内,而且随术后时间延长会有一定恢复的趋势,尽管在术后数年内没有完全恢复,视觉质量也是处于比较稳定的状态。本研究探讨了 LASIK 术后远期的视觉质量,验证了以往学者对近视矫正术后远期视觉质量变化的预测,但由于条件所限,收集到的病例数较少,且术前资料主要由患者回忆所得,今后仍需进行大样本、长时间的深入研究。

参考文献

- 1 彭程,赵江月,马立威,等. 白内障患者功能性视力的研究现状. 国际眼科杂志 2011;11(8):1385-1388
- 2 万修华,张焯,乔利亚,等. 双通道系统视觉质量分析仪评价正常人视觉质量的可重复性研究. 眼科 2013;22(3):175-179
- 3 刘晓庆,廖荣丰. 准分子激光手术术后视觉质量评价. 临床眼科杂志 2011;19(3):285-287
- 4 Díaz-Doutón F, Benito A, Pujol J, et al. Comparison of the retinal image quality with a Hartmann-Shack wavefront sensor and a double-pass instrument. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1710-1716

- 5 Ondategui J, Vilaseca M, Arjona M, et al. Optical quality after myopic photorefractive keratectomy and laser *in situ* keratomileusis: Comparison using a double-pass system. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(1):16-27
- 6 Güell JL, Pujol J, Arjona M, et al. Optical Quality Analysis System: Instrument for objective clinical evaluation of ocular optical quality. *J Cataract Refract Surg* 2004;30(7):1598-1599
- 7 Güell JL, Padilla A, Vilaseca M, et al. Comparing the Eye's Optical Quality After Phakic IOL and LASIK Surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(13):1993
- 8 张静,吕帆,周激波,等. 点扩散函数法对近视患者准分子激光角膜原位磨镶术后早期视觉质量的评价. 中华实验眼科杂志 2011;29(1):62-67
- 9 Martínez-Roda JA, Vilaseca M, Ondategui JC, et al. Optical quality and intraocular scattering in a healthy young population. *Clin Exp Optom* 2011;94(2):223-229
- 10 肖显文,张红,田芳. 双通道视觉质量分析系统在眼科的应用. 国际眼科纵览 2013;37(2):77-82
- 11 田润,唐罗生,王玲,等. OCT 检测视网膜神经纤维层厚度与视盘大小的相关性研究. 眼科研究 2007;25(7):540-543
- 12 肖信,刘伟民,王英. 双通道视觉质量分析系统评价弱视儿童的视觉质量. 眼科新进展 2014;34(12):1157-1160
- 13 陈妍鹏,郭旭,郭俊红,等. 正常人眼全角膜点扩散函数的分析. 国际眼科杂志 2015;15(4):577-583
- 14 Saad A, Saab M, Gatinel DG. Repeatability of measurements with a double-pass system. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(1):28-33
- 15 Marcos S. Aberrations and visual performance following standard laser vision correction. *J Refract Surg* 2001;17(5):596-601
- 16 Moreno-Barriuso E, Lloves J, Marcos S, et al. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK - induced changes measured with laser ray tracing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(6):1396-1403
- 17 Applegate R, Howland H, Sharp R, et al. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. *J Refract Surg* 1998;14(4):397-407