

飞秒制瓣对 LASIK 术后视觉质量的影响

雷晓华, 喻长泰, 张莹, 李璟, 马苗

基金项目: 武汉市卫计委科研项目 (No. WX13A15); 湖北省卫计委科研项目 (No. WJ2015MB169)

作者单位: (430000) 中国湖北省武汉市, 武汉爱尔眼科医院屈光专科

作者简介: 雷晓华, 女, 毕业于武汉大学医学院, 眼科学硕士, 副主任医师, 屈光科主任, 研究方向: 屈光手术、眼视光。

通讯作者: 雷晓华. 1743774684@qq.com

收稿日期: 2016-01-30 修回日期: 2016-05-05

Effect of laser *in situ* keratomileusis with femtosecond laser on visual quality

Xiao-Hua Lei, Chang-Tai Yu, Ying Zhang, Jing Li, Miao Ma

Foundation items: Scientific Research Project of Wuhan Health and Family Planning Commission (No. WX13A15); Scientific Research Project of Hubei Health and Family Planning Commission (No. WJ2015MB169)

Special Department of Refractive, Wuhan Aier Eye Hospital, Wuhan 430000, Hubei Province, China

Correspondence to: Xiao - Hua Lei. Special Department of Refractive, Wuhan Aier Eye Hospital, Wuhan 430000, Hubei Province, China. 1743774684@qq.com

Received: 2016-01-30 Accepted: 2016-05-05

Abstract

• **AIM:** To compare the changes of the contrast sensitivity after LASIK with femtosecond laser and microkeratome and to explore the influence of different methods making corneal flap on visual quality.

• **METHODS:** There were 212 eyes in 106 myopes underwent excimer operation. According to the different methods of operation, they were divided into two groups: microkeratome group (SBK group) and femtosecond laser group (FS group). FS group: a total of 112 eyes in 56 patients received LASIK with femtosecond laser. SBK group: a total of 100 eyes in 50 patients received LASIK with microkeratome. Contrast sensitivity was detected preoperatively, and 1wk, 3mo postoperatively and compared between the two groups.

• **RESULTS:** At 1wk after operation, the contrast sensitivity under photopic environment decreased in the two groups, compared with those before operation ($P < 0.05$). The differences of contrast sensitivity before and 3mo after operation were not significant ($P > 0.05$). No statistical significant difference was found in contrast sensitivity under photopic environment at 1wk, 3mo between the two groups ($P > 0.05$). At 1wk after the operation, the contrast sensitivity under scotopic

environment decreased in both groups compared with those before operation ($P < 0.05$). In SBK group, it decreased more than in FS group ($P < 0.05$). After 3mo, the decline of 14.2c/d spatial frequency contrast sensitivity under scotopic environment in the SBK group was more than other frequency. No statistical significant difference was found in the rest frequency contrast sensitivity under scotopic environment before and after operation ($P > 0.05$). After 1wk, contrast sensitivity with glare stimulation in both groups decreased, compared with those before operation ($P < 0.05$), while in SBK group, it decreased more than in FS group ($P < 0.05$). After 3mo, except that the decline of 14.2c/d spatial frequency contrast sensitivity with glare stimulation in the SBK group was significant compared with those before operation, the contrast sensitivity under glare stimulation in both groups had no significant differences compared with before operation ($P > 0.05$).

• **CONCLUSION:** LASIK with femtosecond laser can get a better visual quality than LASIK with microkeratome.

• **KEYWORDS:** femtosecond laser; ametropia; contrast sensitivity; laser *in situ* keratomileusis

Citation: Lei XH, Yu CT, Zhang Y, et al. Effect of laser *in situ* keratomileusis with femtosecond laser on visual quality. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2016;16(6):1120-1123

摘要

目的: 比较飞秒激光制瓣与角膜板层刀制瓣的 LASIK 术后对比敏感度变化的差异, 探讨不同制瓣方式对视觉质量的影响。

方法: 回顾性研究, 近视患者 106 例 212 眼。按手术方式不同分为两组: 飞秒组 (后面简称 FS 组) 与板层刀组 (后面简称 SBK 组)。FS (LASIK with femtosecond laser) 组接受飞秒制瓣的 LASIK 手术, 共 56 例 112 眼; SBK (LASIK with mechanical microkeratome) 组接受板层刀制瓣的 LASIK 手术, 共 50 例 100 眼。于术前及术后 1wk, 3mo 行对比敏感度检查, 比较两组之间的对比敏感度的变化及其差异。

结果: FS 组及 SBK 组术后 1wk 明视下各空间频率对比敏感度均较术前明显下降, 有统计学差异 (均 $P < 0.05$), 术后 3mo 两组明视力下各空间频率对比敏感度较术前无明显统计学差异 (均 $P > 0.05$), 两组间各时间点差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。术后 1wk FS 组及 SBK 组暗视力下各空间频率对比敏感度较术前显著下降, 有统计学差异 (均 $P < 0.05$), SBK 组较 FS 组下降更为显著, 有统计学差异 (均 $P < 0.05$)。术后 3mo SBK 组暗视力下高空间频率 (14.2c/d) 对比敏感度较术前显著下降以外, 其余各空间频率两组暗视力下对比敏感度较术前均无统计学差异

(均 $P>0.05$)。术后 1wk 两组眩光下各空间频率对比敏感度较术前显著下降,有统计学差异(均 $P<0.05$),SBK 组较 FS 组下降更为显著,有统计学差异(均 $P<0.05$)。术后 3mo 除 SBK 组眩光下高空间频率(14.2c/d)对比敏感度较术前显著下降以外,其余各空间频率两组眩光下对比敏感度较术前均无统计学差异(均 $P>0.05$)。

结论:飞秒制瓣的 LASIK 手术与角膜刀制瓣的 LASIK 手术相比,能获得更好的视觉质量。

关键词:飞秒激光;屈光不正;对比敏感度;准分子激光原位角膜磨镶术

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.6.30

引用:雷晓华,喻长泰,张莹,等.飞秒制瓣对 LASIK 术后视觉质量的影响.国际眼科杂志 2016;16(6):1120-1123

0 引言

准分子激光角膜原位磨镶术(laser *in situ* keratomileusis, LASIK)以其术后视力恢复快,稳定性好被越来越多的近视患者所接受,是目前近视矫正最为常用的手术方式。LASIK 术中角膜瓣的制作是其关键步骤之一。随着飞秒激光制瓣角膜屈光手术的不断发展和角膜瓣制作的安全性、预测性及重复性大大提高,并发症逐步减少^[1]。飞秒激光制瓣的这些优势是否会为近视患者带来更好的视觉质量?既往的研究结果仍存在差异,部分研究结果显示飞秒激光制瓣的 LASIK 术后视觉质量(像差、对比敏感度)较传统角膜刀制瓣更好^[2-3]。但也有文献认为两者之间差异无统计学意义^[4-5]。为了解飞秒激光制瓣方式对于准分子手术术后视觉质量的影响情况,我们使用 MONCV4 进行检查,比较近视眼患者分别行飞秒激光(FS200)和 SBK 刀(Moria)制瓣 LASIK 术后对比敏感度变化的差异,报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2014-09/2015-03 在武汉爱尔眼科医院屈光手术中心进行检查,并行角膜屈光手术的近视 106 例 212 眼,其中 56 例 112 眼行飞秒激光制瓣的 LASIK 手术,简称 FS 组;50 例 100 眼行 SBK 刀制瓣的 LASIK 手术作为对照,简称 SBK 组。两组基本资料见表 1。所有患者均无任何眼部疾病史,屈光度稳定,角膜透明,形态正常,无圆锥角膜倾向,配戴角膜接触镜者软镜摘除时间大于 2wk,硬镜摘除 1mo 以上。

1.2 方法

1.2.1 常规检查 包括:裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)及最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)、综合验光、散瞳验光、Pentacam 角膜地形图、非接触式眼压测量、角膜超声测厚、裂隙灯检查及眼底检查。

1.2.2 对比敏感度检查 对比敏感度检查分别在术前、术后 1wk、3mo 采用对比敏感度测试灯箱 MONCV3 进行检查。测试距离为 200cm(6.5ft),刺激类型为水平正弦光栅,刺激野为水平 10 度、垂直 7.5 度。正弦光栅参数是由计算机控制的,该程序从低对比度光栅开始。然后,对比度逐渐增加,直到患者可以看到光栅的形状。分别检查明视状态下环境亮度为 80cd/m²,暗视状态下环境亮度为 0.08cd/m²,无眩光时及有眩光时,14.2、2.2、0.6c/d 三种空间频率相应的对比敏感度的值。

1.2.3 手术方法 (1)FS-LASIK 组均采用 FS200 飞秒激光系统制作角膜瓣,参数设置:角膜瓣直径为 8.5mm,角膜瓣厚度为 110 μ m,角膜瓣蒂角度为 45°,角膜瓣边缘切割角度为 90°,激光发射速度为 200kHz,激光波长为 1030 \pm 5nm,光斑直径为 5.0 \pm 0.5 μ m,脉冲能量为 0.1~2.0 μ J,FS200 负压吸引环直径为 9.0mm。(2)SBK 组均采用 SBK 微型角膜板层刀(Moria M2. Antony, France)和“90”一次性刀头(One Use-Plus)制作一厚度约 110 μ m 角膜基质瓣,瓣直径 8.5~9.0mm,蒂置于鼻侧。(3)两组患者在角膜瓣制作成功并掀起后,均采用 EX500 准分子激光机,设定手术有效切削区直径为 6.5mm,进行激光切削。切削完毕后,将角膜瓣复位,用 BSS 溶液冲洗角膜瓣下的碎屑。术后用 3g/L 氧氟沙星滴眼液及 1g/L 氟米龙滴眼液连续点眼 10d,每日 4 次;1g/L 玻璃酸钠滴眼液连续点眼 2~3mo。

统计学分析:回顾性病例对照研究。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,应用 SPSS 13.0 统计软件。采用重复测量的方差分析分别比较两组术前、术后 1wk、3mo 裸眼视力、等效球镜、不同空间频率对比敏感度的差异性,进一步采用 LSD-*t* 检验进行两两差异的比较;采用独立样本 *t* 检验比较两组间不同时间点不同空间频率对比敏感度的差异性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术前检查情况 术前检查情况见表 1,两组患者各检查指标间差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 两组患者术前及术后不同时间视力 FS 组术前、术后 1wk、3mo 的裸眼视力分别为 4.09 \pm 0.37、5.07 \pm 0.66、5.13 \pm 0.47,差异有统计学意义($P<0.05$),进一步两两比较显示,术后 1wk、3mo 裸眼视力较术前有显著提高,差异有统计学意义($P<0.05$),术后 1wk、3mo 裸眼视力比较无统计学差异($P>0.05$);SBK 组术前、术后 1wk、3mo 的裸眼视力分别为 4.07 \pm 0.44、5.02 \pm 0.79、5.10 \pm 0.51,差异有统计学意义($P<0.05$),进一步两两比较显示,术后 1wk、3mo 裸眼视力较术前有显著提高,差异有统计学意义($P<0.05$),术后 1wk、3mo 裸眼视力比较无统计学差异($P>0.05$)。两组间视力各时间点比较无统计学差异(均 $P>0.05$)。

2.3 两组患者术后不同时间等效球镜 FS 组术前、术后 1wk、3mo 等效球镜度分别为 -8.42 \pm 2.16、-0.20 \pm 0.92、-0.09 \pm 0.58D,差异有统计学意义($P<0.05$),进一步两两比较显示,术后 1wk、3mo 等效球镜较术前有显著降低,差异有统计学意义($P<0.05$),术后 1wk、3mo 等效球镜无统计学差异($P>0.05$);SBK 组术前、术后 1wk、3mo 等效球镜分别为 -7.66 \pm 3.24、-0.26 \pm 1.00、-0.12 \pm 0.86D,差异有统计学意义($P<0.05$),进一步两两比较显示,术后 1wk、3mo 等效球镜较术前有显著降低,差异有统计学意义($P<0.05$),术后 1wk、3mo 等效球镜比较无统计学差异($P>0.05$)。术后 1wk、3mo 两组间比较均无统计学差异(均 $P>0.05$)。

2.4 明视力下对比敏感度的变化 术前及术后 1wk、3mo FS 组与 SBK 组明视力下对比敏感度的变化见表 2。重复测量的方差分析显示术前、术后 1wk、3mo 两组明视力下各空间频率对比敏感度均有统计学差异($P<0.01$),进一步两两比较显示术后 1wk 两组明视力下各空间频率对比敏感度均较术前明显下降,有统计学差异(均 $P<0.05$),

表1 FS组和SBK组患者基本特征比较

组别	眼数	年龄(岁)	等效球镜(D)	球镜(D)	柱镜(D)	角膜厚度(μm)	$\bar{x} \pm s$	
							角膜曲率(D)	
FS组	112	27.12±4.52	-8.42±2.16	-6.71±1.18	-1.48±0.42	539±38	42.82±1.25	
SBK组	100	25.73±4.37	-7.66±3.24	-7.08±1.59	-0.98±0.57	521±26	43.47±1.32	
<i>t</i>		0.98	-0.94	0.87	-1.73	1.26	-1.18	
<i>P</i>		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	

注:FS组:行飞秒激光制瓣的LASIK手术;SBK组:行SBK刀制瓣的LASIK手术。

表2 术前术后不同时间FS组与SBK组明视下各空间频率对比敏感度的比较

时间	0.6c/d				2.2c/d				14.2c/d				$\bar{x} \pm s$
	FS组		SBK组		FS组		SBK组		FS组		SBK组		
	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>			
术前	21.9±2.2	21.8±3.7	1.37	0.21	26.1±1.8	26.2±2.8	-1.44	0.17	18.5±3.9	18.7±2.6	-1.22	0.29	
术后1wk	16.1±2.7	15.8±3.4	1.73	0.09	20.3±1.8	19.9±3.7	0.98	0.40	8.8±2.4	8.5±1.5	1.16	0.32	
术后3mo	22.4±1.7	21.9±3.6	1.18	0.31	25.9±2.6	26.1±3.8	-1.60	0.11	18.4±4.4	18.2±1.1	1.93	0.07	
<i>F</i>	82.4	78.5			81.7	84.4			99.1	97.2			
<i>P</i>	<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			

注:FS组:行飞秒激光制瓣的LASIK手术;SBK组:行SBK刀制瓣的LASIK手术。

表3 术前术后不同时间FS组与SBK组暗视力下各空间频率对比敏感度的比较

时间	0.6c/d				2.2c/d				14.2c/d				$\bar{x} \pm s$
	FS组		SBK组		FS组		SBK组		FS组		SBK组		
	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>			
术前	23.2±2.7	22.9±3.9	1.43	0.18	26.7±3.6	26.4±2.7	0.84	0.46	18.9±3.3	18.7±1.8	1.31	0.24	
术后1wk	16.2±2.5	13.7±3.4	6.14	0.00	20.5±4.5	17.9±3.7	4.56	0.00	7.7±2.1	2.9±1.3	19.73	0.00	
术后3mo	23.1±2.2	22.9±3.1	1.28	0.26	26.9±2.8	26.6±1.9	1.04	0.37	19.1±2.9 ^b	16.2±1.7	8.75	0.00	
<i>F</i>	92.3	91.2			87.4	89.3			121.3	176.1			
<i>P</i>	<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			

注:FS组:行飞秒激光制瓣的LASIK手术;SBK组:行SBK刀制瓣的LASIK手术。

表4 术前术后不同时间FS组与SBK组眩光下各空间频率对比敏感度的比较

时间	0.6c/d				2.2c/d				14.2c/d				$\bar{x} \pm s$
	FS组		SBK组		FS组		SBK组		FS组		SBK组		
	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>			
术前	21.9±2.9	22.1±1.6	1.22	0.29	25.7±3.3	25.5±1.9	1.82	0.08	18.1±2.7	18.4±2.6	-1.24	0.28	
术后1wk	15.3±4.7	13.1±3.8	3.72	0.00	19.8±2.7	17.1±4.1	5.72	0.00	6.3±1.7	4.4±1.9	7.68	0.00	
术后3mo	22.1±3.6	22.3±1.7	-1.48	0.16	25.8±4.0	26.0±2.9	-1.41	0.19	17.8±3.6	15.9±3.9	3.89	0.00	
<i>F</i>	85.4	91.2			86.9	92.5			138.3	176.2			
<i>P</i>	<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			<0.01	<0.01			

注:FS组:行飞秒激光制瓣的LASIK手术;SBK组:行SBK刀制瓣的LASIK手术。

术后3mo两组明视力下各空间频率对比敏感度较术前无明显统计学差异(均 $P>0.05$)。两组间术前、术后1wk,3mo明视力下各空间频率对比敏感度差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.5 暗视力下对比敏感度的变化 术前及术后1wk,3mo FS组与SBK组暗视力下对比敏感度的变化见表3。两组间术前暗视力下各空间频率对比敏感度无统计学差异(均 $P>0.05$)。重复测量的方差分析显示术前、术后1wk,3mo两组暗视力下各空间频率对比敏感度均有统计学差异($P<0.01$),进一步两两比较显示术后1wk两组暗视力下各空间频率对比敏感度较术前显著下降,有统计学差异(均 $P<0.05$),SBK组较FS组下降更为显著,有统计学差异(均 $P<0.01$)。术后3mo除SBK组暗视力下高空间频率(14.2c/deg)对比敏感度较术前显著下降以外,其余各空间频率两组暗视力下对比敏感度较术前均无统计学差

异(均 $P>0.05$)。

2.6 眩光下对比敏感度的变化 术前及术后1wk,3mo FS组与SBK组眩光下对比敏感度的变化见表4。两组间术前眩光下各空间频率对比敏感度无统计学差异(均 $P>0.05$)。重复测量的方差分析显示术前、术后1wk,3mo两组眩光下各空间频率对比敏感度均有统计学差异($P<0.01$),进一步两两比较显示术后1wk两组眩光下各空间频率对比敏感度较术前显著下降,有统计学差异(均 $P<0.05$),SBK组较FS组下降更为显著,有统计学差异(均 $P<0.05$)。术后3mo除SBK组眩光下高空间频率(14.2c/d)对比敏感度较术前显著下降以外,其余各空间频率两组眩光下对比敏感度较术前均无统计学差异(均 $P>0.05$)。

3 讨论

LASIK因其安全、有效、预测性高、术后视力恢复快,是目前主流的矫正近视的手术方式。自FS-LASIK应用

于临床以来,其安全性就一直被关注,已有大量研究证明其制作的角膜瓣在形态学上优于机械刀制瓣^[6-7]。常规角膜刀制作的角膜瓣并不是均匀一致的角膜瓣,而是中央薄,周边厚的新月形的角膜瓣。而飞秒激光制作的角膜瓣则具有均匀性、精确性和一致性^[8]。不同的角膜瓣形态是否会带来术后不同的视觉质量呢?已有相关报道:机械刀制作的角膜瓣呈新月形,其稳定性较飞秒激光制作的“井盖式”角膜瓣差,愈合慢,更易产生球差等高阶像差^[9]。而 Waheed 等^[10]的研究更加证明了角膜刀制作角膜瓣会影响到患者术后的视觉质量,他曾将 LASIK 手术制瓣和基质切削分两步进行来观察高阶像差变化,先仅制作角膜瓣,不行激光切削,术后 1mo 观察发现高阶像差 RMS 值明显较术前增加,证明了仅制作角膜瓣可导致 LASIK 术后高阶像差的增大。

不过以往的研究多使用像差进行术后客观视觉质量评价,国内外多数研究显示飞秒激光制瓣及板层刀制瓣术后像差较术前均有所增加,飞秒 LASIK 组术后增加的高阶像差(如总高阶像差、球差、彗差)小于板层刀制瓣组^[2-3]。有研究证实 LASIK 术后低阶像差大部分消除,而高阶像差却有增加,影响术后尤其是夜间视觉质量^[11-12]。Chan 等^[13]报道飞秒激光组术后残余散光与球差较角膜刀组更少,这可能是因为飞秒激光制瓣更加精确稳定、厚度均匀以及界面光滑等优势有一定关联。而我们是使用 MONCV3 对患者的对比敏感度的变化进行研究,这种观察更为直接和准确,这在国内还较为少见。

影响对比敏感度的因素有:屈光、光学介质的透明度、被测者的反应质量、视神经传导通路异常等。因此在进行检测前我们都会检查患者的屈光状态并给予矫正;裂隙灯检查排除角膜、晶状体混浊的患者;矫正视力<1.0 的患者排除;检查前需多次向患者演示光栅图像的形状,让其熟悉后再开始检查,以尽量消除其他因素对对比敏感度的影响。

我们研究的两组人群术前屈光度、角膜曲率、角膜厚度、对比敏感度均无统计学差异,手术均采用同一准分子激光系统来进行,术中术后均无明显并发症发生。术后裸眼视力无统计学差异。故术后视觉质量差异的原因主要从制瓣方式上分析,角膜瓣形态的对称性、厚度的均匀性、层间的光滑度、边缘最佳对合等这些因素均会造成术后不同程度的视觉质量的影响。飞秒激光制作的角膜瓣厚度均匀一致,可为准分子激光消融提供更光滑的角膜基质面,术后产生散光与医源性高阶像差更少。而板层角膜刀

所制作的角膜瓣往往是中央薄而周边厚,术后可能更容易导致散光及高阶像差。由此可以推断,角膜瓣的形态、质量对视觉质量的影响是不能被忽略。飞秒制瓣能够为患者带来更好的术后视觉质量。

参考文献

- 1 Monté-Micó R, Rodríguez-Galiero A, Alió GL. Femtosecond laser versus mechanical keratome LASIK for myopia. *Ophthalmology* 2007;14(1):62-68
- 2 Buzzonetti L, Petrocelli G, Valente P, et al. Comparison of corneal aberration changes after laser *in situ* keratomileusis performed with mechanical microkeratome and IntraLase femtosecond laser; 1-year follow-up. *Cornea* 2008;27(2):174-179
- 3 买志彬,刘苏冰,聂晓丽,等.飞秒激光与机械角膜刀制瓣准分子激光原位角膜磨镶术后视觉质量对比分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2013;15(4):409-413
- 4 Munoz G, Albarran-Diego C, Ferrer-Blaseo T, et al. Long-term comparison of corneal aberration changes after laser *in situ* keratomileusis; mechanical microkeratome versus femtosecond laser flap creation. *J Cataract Refract Surg* 2010;36(3):1934-1944
- 5 Calvo R, McLaren JW, Hodge DO, et al. Corneal aberrations and visual acuity after laser *in situ* keratomileusis; femtosecond laser versus mechanical microkeratome. *Am J Ophthalmol* 2010;149(8):785-793
- 6 Sarayba MA, Ignacio TS, Tran DB, et al. A 60 kHz IntraLase femtosecond laser creates a smoother LASIK stromal bed surface compared to a Zyoptix XP mechanical microkeratome in human donor eyes. *J Refract Surg* 2007;23(4):331-337
- 7 Sarayba MA, Ignacio TS, Binder PS, et al. Comparative study of stromal bed quality by using mechanical, IntraLase femtosecond laser 15- and 30-kHz microkeratomes. *Cornea* 2007;26(4):446-451
- 8 Holzer MP, Rabsilber TM, Auffarth GU. Femtosecond laser-assisted corneal flap cuts; morphology, accuracy, and histopathology. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;30(7):2828
- 9 Lim T, Yang S, Kim M, et al. Comparison of the IntraLase femtosecond laser and mechanical microkeratome for laser *in situ* keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2006;141(5):833-839
- 10 Waheed S, Chalita MR, Xu M, et al. Flap-induced and laser-induced ocular aberrations in a two-step LASIK procedure. *J Refract Surg* 2005;21(3):346-352
- 11 Arbelaez MC, Vidal C, Arba Mosquera S. Comparison of LASEK and LASIK with thin and ultrathin flaps after excimer laser ablation with the SCHWIND Aspheric ablation profile. *J Refract Surg* 2011;27(1):38-48
- 12 McAlinden C, Moore JE. Comparison of higher order aberrations after LASIK and LASEK for myopia. *J Refract Surg* 2010;26(1):45-51
- 13 Chan A, Judy Ou, Manche EE. Comparison of the femtosecond Laser and mechanical keratome for Laser *in situ* keratomileusis. *Arch Ophthalmol* 2008;126(11):1484-1490