

· 论著 ·

· 全飞秒近视激光手术 ·

FS-SBK、SBK 和 SMILE 矫正近视后散射相关的视觉质量分析

唐静 邱乐梅 张小兰 孙成淑 王顺清 邓应平

【摘要】 目的 分析飞秒制瓣 SBK (FS-SBK)、SBK 和 SMILE 3 种术式矫正近视后的眩光指数和视觉质量参数的变化, 评估 3 种手术在不同屈光度范围内对视觉质量的影响。方法 前瞻性病例对照研究。收集 2013 年 8-10 月行近视矫正手术的 122 例(122 眼), 根据患者选择的手术方式分别行 FS-SBK(26 例)、SBK(48 例)和 SMILE(48 例)手术, 并根据屈光度分为高、中、低度近视组。使用 OQAS 视觉质量分析系统, 采集手术前和术后 1 d、1 周、1 个月时复查的眩光指数(OSI)和调制传递函数截止频率(MTF cut-off), 采用方差分析评价在不同屈光度组施行不同手术方式对 OSI 和 MTF cut-off 值变化的影响。结果 手术方式对术后视觉质量的影响: ①视力: 术后视力较术前明显提高, 3 种手术在各时间点组间比较差异均无统计学意义。②OSI 值: SBK 和 FS-SBK 组手术前后差异均无统计学意义。SMILE 低度组术后 OSI 与术前比较, 差异无统计学意义, 中、高度组术后 OSI 升高, 术后与术前比较, 差异有统计学意义($F=8.316, 8.789, P<0.01$)。③MTF cut-off 值: FS-SBK 组手术前后差异无统计学意义。SBK 组和 SMILE 组中度近视术后 1 周与术前、术后 1 个月差异有统计学意义($F=4.469, P<0.05$)。屈光度对术后视觉质量的影响: 高、中、低度近视组内, 术前和术后各时间点 3 种手术方式之间差异无统计学意义。结论 3 种屈光手术术后视力明显提高, 术式对术后视力影响不显著。中、高度近视 SMILE 术后眩光指数升高, 因此准分子激光切削对减少眩光比 SMILE 有优势。视觉质量参数 MTF cut-off 在 FS-SBK 手术前后变化不显著, 而 SBK 和 SMILE 术后较术前有下降, 在 1 周时明显, 到 1 个月时上升, 且基本接近术前水平, 这种优势在中度近视较突出。

【关键词】 飞秒激光; 飞秒激光小切口基质透镜取出术; 角膜磨镶术, 前弹力层下; 眩光指数; 调制传递函数截止频率; 视觉质量

Comparative study of scatter-related visual quality after FS-SBK, SBK and SMILE refractive surgeries

Tang Jing, Qiu Lemei, Zhang Xiaolan, Sun Chengshu, Wang Shunqing, Deng Yingping. Department of Ophthalmology, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Deng Yingping, Email: dyp558@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the influence of FS-SBK, SBK, and SMILE refractive surgeries on visual quality by analyzing variations in the glare index and the visual quality parameters of distinct refractive errors. **Methods** In this prospective cases control study, 122 patients, who underwent SBK, FS-SBK or SMILE surgery, were enrolled from August to October 2013 and divided into high, moderate and low myopia groups. The glare index (opposite sector index, OSI) and modulation transfer function cut-off (MTF cut-off) were measured with a OQAS visual quality analyzing system preoperatively and one day, one week and one month postoperatively. Additional measurements were made to evaluate the differences among the three surgical methods. **Results** The effects on postoperative visual quality due to the different surgical procedures were as follows: ①Vision: visual acuity improved after all surgeries and there were no significant differences among the results. ②OSI: there was no statistically significant difference between SBK and FS-SBK. When compared with pre-operative OSI, there was a statistically significant difference between moderate and high myopia groups one week after SMILE surgery. ③MTF cut-off: there were no statistically significant differences before and after surgery in the FS-SBK group, but there was a statistically significant difference from both SBK and SMILE surgeries in the moderate myopia group 1 week postoperatively compared with the preoperative period and

1 month postoperatively. However, there were no significant differences for the remaining time points. No significant differences were found between the different myopia groups. **Conclusion** Postoperative visual quality improves after the three surgical procedures discussed above. Due to a raised OSI after SMILE surgery, LASIK is the better option for high and moderate degrees of myopia. While the MTF cut-off did not vary significantly between pre- and postoperative FS-SBK, it decreased one week later after SBK and SMILE surgeries but recovered after one month in the moderate myopia group, even reverting to pre-operative levels.

【Key words】 Femtosecond laser; Small incision lenticule extraction; Keratomileusis, sub-Bowman; Opposite sector index; Modulation transfer function cut-off; Visual quality

LASIK 一直是角膜屈光手术的主流术式。在薄瓣 LASIK 广泛应用于临床后, SBK 被提出用于治疗更高度数或更薄角膜的近视。近年, 随着飞秒激光的发展, 可结合原有的准分子激光或单纯使用飞秒激光技术实施近视矫正手术, 给患者提供了更多的选择, 包括 FS-SBK、FLEX 和 SMILE。飞秒激光采用层间爆破方法, 避免原有机械刀带来的损伤, 有效地提高了制瓣的精确度和可预测性, 增加了手术的安全性^[1]。目前, 飞秒激光的优势已获得肯定, 进一步研究则是关注于术后的视觉质量。本研究采用 OQAS 视觉质量分析系统, 通过检查手术前后术眼的眩光指数 (opposite sector index, OSI) 和调制传递函数的截止频率 (modulation transfer function cut-off, MTF cut-off), 来客观评估不同手术方式后, 散射光对于人眼视觉质量的影响, 以及不同屈光度的术后效果。

1 对象与方法

1.1 对象

收集 2013 年 8-10 月在华西近视中心行手术矫正近视的患者 122 例 (122 眼), 其中男 63 例, 女 58 例, 年龄 (24.2±5.1) 岁, 分别行 FS-SBK (26 例)、SBK (48 例) 和 SMILE (48 例) 手术。术后 1 d、1 周、1 个月复查, 使用 OQAS 视觉质量分析系统, 采集手术前后的 OSI 和 MTF cut-off, 用以评估术后的视觉质量。

检查方法: 采用 OQASTMII 客观视觉质量分析系统 (西班牙 Visionetrics 公司), 患者下颌置于下颌托上, 前额抵住额靠, 保持头部不动。调整仪器操作杆, 使瞳孔清晰聚焦于屏幕上, 此时可见 3 个清晰反光点。在进行视觉质量和散射检查时, 嘱患者注视仪器里的视标, 尽量放松。此过程中视标是离焦状态。检查者首先输入患者基本信息和屈光度, 分别选择“散射检查”和“视觉质量检查”, 获取测量数据。本研究通过医院伦理委员会批准, 患者均签署了知情同意书。

1.2 手术设计

所有手术均由同一名经验丰富的屈光手术医生

实施。手术方式分为: ①FS-SBK: 飞秒激光制瓣, 准分子激光行激光消融 (科以人公司鹰视酷眼第九代 Allegretto Wave eye-Q), 消融部分以瞳孔为中心, 光学区 6.0~6.5 mm, 过渡区 2.0 mm。②SBK: 选择 OUP 微型水平推刀 (法国 Moria 公司) 制瓣, 准分子激光消融基质层。消融部分以瞳孔为中心, 光学区 6.0~6.5 mm, 过渡区 2.0 mm。③SMILE: 在角膜相对深的基质层面切割一个特定直径和弯曲度的界面, 再在相对稍浅的基质层切削一个直径稍大的特定弯曲度的界面, 两个界面周边相交, 夹层中形成一个凸透镜形状的角膜薄层组织, 通过上方约 4 mm 切口取出基质透镜 (德国蔡司公司 VisuMax 全飞秒激光系统)。透镜取出部分以瞳孔为中心, 光学区 6.0~6.5 mm, 无明显过渡区。

1.3 统计学方法

前瞻性病例对照研究。使用 SPSS 16.0 软件进行分析, 对 OSI 和 MTF cut-off 结果的比较采用方差检验, 同组内不同时期视力的两两比较应用 SNK 法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计意义。

2 结果

2.1 手术前后的视力

在各个时间点, 3 种手术方式的视力比较差异均无统计学意义。见表 1。

2.2 手术前后 OSI 和 MTF cut-off 的变化

术后 OSI 值较术前均下降, 而 MTF cut-off 值均较术前升高, 见图 1、图 2。

2.3 低、中、高度近视各组内手术前后比较

2.3.1 FS-SBK 组内比较 中度组 OSI、MTF cut-off 不同时间点比较差异无统计学意义。高度组 OSI、MTF cut-off 不同时间点比较差异无统计学意义。见表 2。

2.3.2 SBK 组内比较 低度组和高度组 OSI、MTF cut-off 手术前后不同时间点比较差异无统计学意义。中度组 OSI 不同时间点比较差异无统计学意义, MTF cut-off 术后 1 周与术后 1 个月差异有统计学意义, 二者与术前比较差异无统计学意义。见表 3。

表 1 3 种手术方式手术前后视力比较($\bar{x}\pm s$)

组别	眼数	术前 UCVA	术前 BCVA	术后 1 d UCVA	术后 1 周 UCVA	术后 1 个月 UCVA
FS 组	26	4.00±0.04	5.12±0.07	4.98±0.08	5.01±0.10	5.04±0.08
SBK 组	48	4.03±0.12	5.15±0.05	5.01±0.08	5.05±0.09	5.07±0.08
SMILE 组	48	4.03±0.10	5.14±0.06	4.99±0.08	5.04±0.08	5.08±0.10
F 值		0.998	2.457	2.457	0.894	1.149
P 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

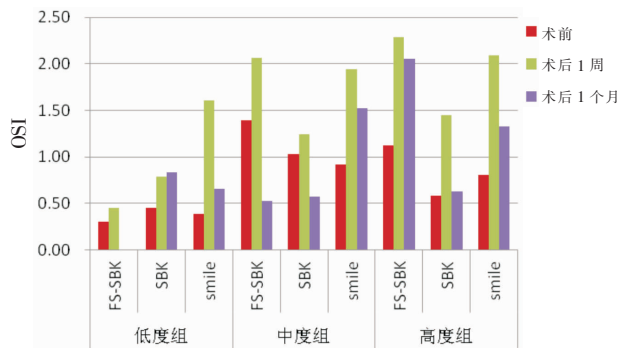


图 1 不同屈光度下 3 种手术方式手术前后的眩光指数(OSI)

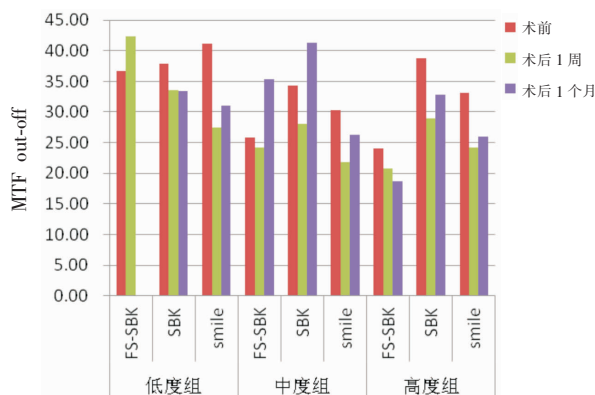


图 2 不同屈光度下 3 种手术方式手术前后的 MTF 截止频率(MTF cut-off)

表 2 FS-SBK组内不同屈光度患者手术前后眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	眼数	屈光度	术前	术后 1 周	术后 1 个月	F 值	P 值
OSI							
低度组	2	-1.75±0.00	0.30±0.00	0.45±0.21	-		
中度组	10	-5.07±0.62	1.39±1.98	2.06±2.65	0.53±0.58	1.481	>0.05
高度组	14	-7.44±0.95	1.12±0.76	2.29±2.45	2.05±0.92	2.248	>0.05
MTF cut-off							
低度组	2	-1.75±0.00	36.72±0.55	42.37±12.58	-		
中度组	10	-5.07±0.62	25.82±11.37	24.14±13.74	35.32±8.98	0.248	>0.05
高度组	14	-7.44±0.95	24.08±9.12	20.71±7.93	18.64±3.86	1.979	>0.05

表 3 SBK 组内不同屈光度患者手术前后眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	眼数	屈光度	术前	术后 1 周	术后 1 个月	F 值	P 值
OSI							
低度组	13	-2.41±0.25	0.45±0.42	0.79±0.55	0.83±0.42	3.347	>0.05
中度组	24	-4.87±0.90	1.03±0.81	1.24±1.30	0.57±0.12	2.135	>0.05
高度组	11	-6.88±0.53	0.58±0.35	1.45±1.35	0.63±0.15	2.302	>0.05
MTF cut-off							
低度组	13	-2.41±0.25	37.90±11.75	33.51±5.55	33.46±3.54	0.618	>0.05
中度组	24	-4.87±0.90	34.30±8.35	28.02±10.07	41.35±6.17 ^a	0.419	<0.05
高度组	11	-6.88±0.53	38.75±11.87	28.94±8.11	32.83±8.08	1.517	>0.05

注:与术后 1 周比较,^a P<0.05

2.3.3 SMILE 组内比较 低度组 OSI、MTF cut-off 手术前后不同时间点比较差异无统计学意义。中度组术后 OSI 升高,与术前比较,差异有统计学意义,术后 1 周和 1 个月差异无统计学意义;MTF cut-off 术后 1 周与术前、术后 1 个月差异有统计学意义,术前与术后 1 个月差异无统计学意义。高度组 OSI 术后 1 周与术前差异有统计学意义,MTF cut-off 手术

前后不同时间点差异无统计学意义。见表 4。

2.4 手术方式差异比较

2.4.1 低度组 各时间点 OSI、MTF cut-off 3 种术式之间比较差异均无统计学意义。

2.4.2 中度组 术后 1 个月 MTF cut-off 3 种术式两两比较差异有统计学意义,其余时间点 OSI、MTF cut-off 差异无统计学意义。

表 4 SMILE 组内不同屈光度患者手术前后眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	眼数	屈光度	术前	术后 1 周	术后 1 个月	F 值	P 值
OSI							
低度组	7	-2.32±0.44	0.39±0.25	1.61±1.70	0.66±0.12	2.294	>0.05
中度组	26	-4.77±0.87	0.92±0.78	1.94±1.60 ^a	1.52±0.98 ^a	8.316	<0.01
高度组	15	-7.17±1.89	0.81±0.52	2.09±1.42 ^a	1.33±0.71	8.789	<0.01
MTF cut-off							
低度组	7	-2.32±0.44	41.18±10.52	33.51±5.55	31.09±1.13	2.136	>0.05
中度组	26	-4.77±0.87	30.32±11.03	21.84±9.19 ^a	26.24±8.83 ^b	5.324	<0.01
高度组	15	-7.17±1.89	33.05±10.06	24.23±11.18	25.90±11.51	2.308	>0.05

注:与术前比较,^a $P<0.05$;与术后 1 周比较,^b $P<0.05$

表 5 低度近视组内不同手术方式对眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值的影响($\bar{x}\pm s$)

时间	FS 组 (2 眼)	SBK 组 (13 眼)	SMILE 组 (7 眼)	F 值	P 值
OSI					
术前	0.30±0.00	0.45±0.42	0.39±0.25	0.195	>0.05
术后 1 周	0.45±0.21	0.79±0.55	0.83±0.42	1.712	>0.05
术后 1 个月	-	1.61±1.70	0.66±0.12	0.446	>0.05
MTF cut-off					
术前	36.72±0.55	37.90±11.75	41.18±10.52	0.238	>0.05
术后 1 周	42.37±12.58	33.51±5.55	27.40±16.17	1.766	>0.05
术后 1 个月	-	33.46±3.54	31.09±1.13	0.208	>0.05

表 6 中度近视组内不同手术方式对眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值的影响($\bar{x}\pm s$)

时间	FS 组 (10 眼)	SBK 组 (24 眼)	SMILE 组 (26 眼)	F 值	P 值
OSI					
术前	1.39±1.98	1.03±0.81	0.92±0.78	1.551	>0.05
术后 1 周	2.06±2.65	1.24±1.30	1.94±1.60	2.656	>0.05
术后 1 个月	0.53±0.58	0.57±0.12	1.52±0.98	2.749	>0.05
MTF cut-off					
术前	25.82±11.37	34.30±8.35	30.32±11.03	1.020	>0.05
术后 1 周	24.14±13.74	28.02±10.07	21.84±9.19	3.024	>0.05
术后 1 个月	18.64±3.86	41.35±6.17	26.24±8.83	4.469	<0.05

表 7 高度近视组内不同手术方式对眩光指数(OSI)和 MTF 截止频率(MTF cut-off)值的影响($\bar{x}\pm s$)

时间	FS 组 (14 眼)	SBK 组 (11 眼)	SMILE 组 (15 眼)	F 值	P 值
OSI					
术前	1.12±0.76	0.58±0.35	0.81±0.52	1.299	>0.05
术后 1 周	2.29±2.45	1.45±1.35	2.09±1.42	0.523	>0.05
术后 1 个月	2.05±0.92	0.63±0.15	1.33±0.71	4.058	>0.05
MTF cut-off					
术前	24.08±9.12	38.75±11.87	33.05±10.06	3.122	>0.05
术后 1 周	20.71±7.93	28.94±8.11	24.23±11.18	1.140	>0.05
术后 1 个月	18.64±3.86	32.83±8.08	25.92±11.51	1.611	>0.05

2.4.3 高度组 各时间点 OSI、MTF cut-off 3 种术式之间比较差异均无统计学意义。

3 讨论

目前角膜屈光手术受众广泛,随着技术的不断进步,屈光手术医生对视觉质量的关注度越来越高。飞秒技术用于制作角膜瓣或透镜取出术,为近视手术提供了更多的选择。有研究比较机械刀制瓣和飞秒制瓣后得出结论:2 种手术方式获得的视力和屈光度等没有统计学差异,但是共焦显微镜下发现飞秒激光制瓣准确度明显优于机械刀^[2]。同时 SMILE 制作的角膜帽有较好的可重复性、规则性和均匀性^[3],局部的炎症反应和细胞凋亡较少^[4];由于对神经损伤较少,术后角膜知觉恢复较快^[5-7],患者满意度方面,有问卷调查证实飞秒激光术后患者具有较高的满意度^[8]。术后视觉质量的变化表现为球差和彗差的增加^[9],散射光相关的眩光指数和视觉质量参数暂时没有报道。

本研究从散射指数和对比值方面,客观比较飞秒激光与准分子切削之间的差异。OQAS 有较好的可重复性和再现性,其中 MTF cut-off 测量的精确性最高。OSI 是双通道影像外周与中心的光能量之比,介于 0 到 10 之间,OSI 值越高,眼内散光程度越高。正常眼的 OSI 值一般低于 0.5,当 OSI 大于 1.5 时即表示眼内散射已达到一个较高的程度。MTF 是指不同空间频率处像与物对比度之间的差异,即视网膜上所成像与实际物的对比度比值,反映光学因素对成像质量的影响。MTF cut-off 表示人眼 MTF 曲线在空间频率达到该频率值时,就会达到分辨率极限,即 MTF 值趋向于 0,单位是 c/d。MTF cut-off 值越大,视觉质量越好。低度近视组数据显示术后 1 周眩光指数是最高的,术后 1 个月时较 1 周时已恢复较好。中度近视组中,接受飞秒激光手术的眩光指数术后高于术前,而 SBK 和 FS-SBK 没有明显差异,

考虑因为准分子激光切削区域中设置过渡区, 眼内散射更小, 飞秒激光无过渡区, 边界较陡峭, 更易产生眩光。高度近视组仍以 SMILE 的眩光指数变化为著, 眩光指数变异度较大, 但术后 1 个月都优于术后 1 周。无论哪一种手术方式, 术后 MTF cut-off 与术前都没有出现明显下降, 但术后 1 个月时视觉质量都优于术后 1 周。

此次研究结果显示, 3 种手术方式术后短期内视觉质量与术前相比没有明显差异, 术后 1 个月时能获得比术后 1 周更优良的视觉质量, 基本接近术前水平, 这种优势在中度近视更突出; 传统的激光切削因为设置切削过度区, 眩光更少。

参考文献:

- [1] von Jagow B, Kohlen T. Corneal architecture of femtosecond laser and microkeratome flaps imaged by anterior segment optical coherence tomography[J]. J Cataract Refract Surg, 2009, 35:35-41.
- [2] Javaloy J, Vidal MT, Abdelrahman AM, et al. Confocal microscopy comparison of intralase femtosecond laser and Moria M2 microkeratome in LASIK[J]. J Refract Surg, 2007, 23:178-187.
- [3] Zhao J, Yao P, Li M, et al. The morphology of corneal cap and its relation to refractive outcomes in femtosecond laser small incision lenticule extraction (SMILE) with anterior segment optical coherence tomography observation[J]. PLoS One, 2013, 8: e70208.
- [4] Dong Z, Zhou X, Wu J, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser LASIK: comparison of corneal wound healing and inflammation[J]. Br J Ophthalmol, 2014, 98: 263-269.
- [5] Mohamed-Noriega K, Riau AK, Lwin NC, et al. Early corneal nerve damage and recovery following small incision lenticule extraction (SMILE) and laser in situ keratomileusis (LASIK) [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55:1823-1834.
- [6] Li M, Niu L, Qin B, et al. Confocal comparison of corneal reinnervation after small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser in situ keratomileusis (FS-LASIK)[J]. PLoS One, 2013, 8: e81435.
- [7] Li M, Zhao J, Shen Y, Li T, et al. Comparison of dry eye and corneal sensitivity between small incision lenticule extraction and femtosecond LASIK for myopia[J]. PLoS One, 2013, 8: e77797.
- [8] Meidani A, Tzavara C, Dimitrakaki C, et al. Femtosecond laser-assisted LASIK improves quality of life[J]. J Refract Surg, 2012, 28:319-326.
- [9] Zhang YL, Liu L, Cui CX, et al. Comparative study of visual acuity and aberrations after intralase femtosecond LASIK: small corneal flap versus big corneal flap[J]. Int J Ophthalmol, 2013, 6:641-645.

(收稿日期: 2014-05-17)

(本文编辑: 季魏红)

· 讣告 ·

《中华眼底病杂志》创刊总编辑罗成仁教授逝世

我国著名眼科学家、中国共产党党员、国务院政府特殊津贴获得者、四川大学华西医院眼科教授罗成仁教授因病不幸于 2014 年 7 月 3 日 4 时 19 分逝世。享年 91 岁。

罗成仁教授 1923 年出生于四川省成都市。早年就读于成都石室中学。1950 年毕业于华西协合大学医学院, 获美国纽约州立大学医学博士学位。先后担任四川大学华西医院眼科学教授、博士研究生导师和博士后研究合作导师; 卫生部临床学科“眼底病研究”重点建设项目、四川省教育委员会和华西医科大学“国家 211 工程”重点学科点眼科的学科带头人; 国家自然科学基金评议专家、国务院学位委员会博士点和硕士点通讯评议专家组成员。担任华西医科大学眼科副主任、主任共 25 年; 历任成都市和四川省眼科学会主任委员。1992 年获国务院特殊津贴。1953 年作为成都市科学技术界青年代表出席在北京举行的“第二届全国青年代表大会”, 受到毛泽东等党和国家领导人接见。1981、1994 年分别获成都市先进科技工作者和劳动模范称号。1990 年获国家教委颁发的“从事高校科技工作 40 年成绩卓著”的表彰证书和奖牌。1996 年获“中美眼科学会”“金钥匙”奖。

从 1983 年我国设立科学研究基金投标制度以来的第一届开始, 至 1998 年的 15 年间, 罗成仁教授先后获中国科学院科研基金、国家自然科学基金、国家教委博士点专项科研基金等国家级科研基金共 11 次。主持了视网膜母细胞瘤的细胞和分子遗传学及其基因治疗研究、视网膜色素变性的基因定位和分子缺陷研究、糖尿病视网膜病变的糖代谢机理研究等三大前沿、重大科学研究, 取得一些填补我国研究空缺和当时属于先进国际水准的科研成果。从 1986 年到 1997 年的 10 余年中, 各项相关研究成果分别获四川省、卫生部和国家科技成果奖的一、二、三等奖共 8 次。

1983 年罗成仁教授在中华医学会眼科学分会内主持创立了“眼底病学组”, 并被推选担任学组组长至 1994 年。先后主持制订了《糖尿病视网膜病变分期标准》、《老年黄斑变性临床诊断标准》。1985 年创办《眼底病》杂志(1993 年更名为《中华眼底病杂志》)并担任总编辑 13 年。单独和参加撰写学术论文百余篇。曾担任《眼科全书》第七分卷(脉络膜、视网膜和玻璃体疾病)主编以及《中华医学遗传学杂志》等 9 家学术期刊编辑委员。

遵从罗成仁教授的生前意愿, 不举行任何形式的悼念追思活动; 谨以此讣告昭示众人: 罗成仁教授走完风雨人生路, 从此庄严落幕。作为领一代风骚的学术巨臂和深受尊崇爱戴的良师益友, 罗成仁教授虽然逝世, 但留下的宝贵精神财富将激励后学不断前行。

四川大学

2014 年 7 月 3 日