

非球面单焦点及多焦点人工晶体眼 高阶像差及对比敏感度比较

曾明兵 刘奕志 柳夏林 袁钊辉 罗莉霞 王毓林 刘恬

【摘要】 目的 探讨非球面、单焦点及多焦点人工晶体眼的对比敏感度及高阶像差的差别。**方法** 病人进行随机分组,其中一组病人植入非球面人工晶体 Z9001,一组植入单焦点人工晶体 SA60AT,一组植入多焦点人工晶体 SA40N,共 124 只眼进入本研究。术后由 Allegretto Wave Analyzer (Allegretto, Germany) 像差仪测量高阶像差,由 CSV-1000E (Vector Vision, USA) 测量对比敏感度。**结果** 术后的最佳矫正视力,瞳孔直径,撕囊口直径的大小及角膜高阶像差比较,组间差异不具有统计学意义。术后的高阶像差测量,其中球面像差、4 阶高阶像差及总体像差比较中 SA40N 组大于 SA60AT 组,SA60AT 组大于 Z9001 组。对比敏感度比较,在所有的空间频率 3、6、12、18cpd, Z9001 组大于 SA60AT 组,SA60AT 组大于 SA40N 组。**结论** 多焦点人工晶体眼较单焦点人工晶体相比,可以引起眼的高阶像差增加,对比敏感度降低。非球面人工晶体可以减少球面像差、增加对比敏感度。

【关键词】 人工晶体 像差 对比敏感度

Aberration and contrast sensitivity comparison of non-spherical and monofocal and multifocal intraocular lens eyes ZENG Mingbing, LIU Yizhi, LIU Xiaolin, et al. Zhongshan Ophthalmic Center, Key Laboratory of Ophthalmology, Ministry of Education, Sun-Yat-Sen University, Guangzhou 510060, China

【 Abstract 】 Objective To compare high-order aberration and contrast sensitivity in patients who had been underwent phacoemulsification cataract extraction and implantation of non-spherical and monofocal and multifocal intraocular lens. **Methods** One hundred and twenty four eyes were included in this study. The eyes were randomly divided into 3 groups according to the type of IOLs. One group was non-spherical IOL groups, one group was monofocal IOL group and the other group was multifocal IOL group. The patients were implanted Z9001, SA60AT. and SA40N respectively. The aberrations were measured with the Tscherning-type wavefront aberrometer, Allegretto Wave Analyzer (Allegretto, Germany) after surgery. The contrasts sensitivity were measured with CSV-1000E (Vector Vision, USA). **Result** There was no statistical difference in BCVA, pupil diameter, curvilinear capsulorhexis size and corneal aberration. There was statistical difference in the three groups in spherical, 4-order high aberration and whole high-order aberrations. The SA40N group was much higher than the SA60AT group. The SA60AT group was higher than Z9001 group. There was statistical difference in the contrast sensitivity in the 3, 6, 12 and 18 spatial frequencies. In the spatial frequencies, the Z9001 group was higher than SA60AT group and SA60AT group was higher than SA40N groups. **Conclusions** Though multifocal intraocular lens can provide the patients near and far vision after surgery, but can increase high-order aberration and affluence contrast sensitivity. The non-spherical IOL can reduce the aberration and improve contrast sensitivity as compared with the monofocal IOLs.

【 Key words 】 Intraocular lens; Aberration; Contrast sensitivity

近 10 年来,随着超声乳化白内障摘除+人工晶体植入手术的发展,设备性能的提高,术者的技术日趋稳定和完美,已成为白内障治疗的主要手术方式,

作者单位: 510060 广州,中山大学中山眼科中心,教育部国家重点实验室(曾明兵,研究生,现在广州医学院第二附属医院)
通讯作者: 刘奕志, E-mail: yzliu62@yahoo.com

并且逐渐用于屈光领域,成为屈光手术的一种^[1]。手术技术及人工晶体的设计虽已取得了很大进步,但白内障摘除人工晶体植入术后的视觉质量的改变,越来越引起了人们的关注,其中人工晶体眼引起的像差改变是引起视觉质量改变的主要因素之一。在正常人眼中,角膜产生正的球面像差,晶状体可产

生负的球面像差,并对角膜的像差进行补偿。人的一生中角膜像差始终保持相对稳定,而晶体产生的像差随着年龄的变化而变化,从40岁左右逐渐由负变成正的球面像差,从而使得眼总的像差增加,视觉质量降低^[2]。因此有必要设计一种人工晶体产生负的球面像差用于补偿角膜的正的球面像差。Pharmacia Z9001,正是基于现有理论设计的,有一个扁平的前表面,周边的屈光力较中央低,可以产生负的球面像差^[3]。近年来,多焦点人工晶体的发展,使人们可视近及视远,减少对眼镜的依赖,成为许多白内障手术患者的选择^[4]。根据其设计原理,入射光线一部份视近,一部份视远,造成入射光线不能汇聚于一点,易引起像差的增加。

本研究的目的在于观察球面像差的减少是否可以引起相应的对比敏感度的提高,多焦点人工晶体植入后是否可引起像差的增加及相应的对比敏感度的下降。

病例及方法

一、病例:病例全部来自中山大学中山眼科中心,自2005年5月至2005年12月。为减少由年龄产生的偏倚如对比敏感度可以随着年龄的增长而逐渐逐渐减少,选取年龄60~70岁之间的病例,每个病例取单眼进行研究。排除高度远视或高度近视,测量人工晶体度数在15至25D之间达到正视的病例。除白内障以外,对通过自动角膜屈率计测出的角膜散光大于1.5D的或有其他角膜病变的病例排出于本研究。同时如病人有其他影响视力及对比敏感度的全身性疾病如糖尿病视网膜病变等排除于本研究。

二、方法:所有病例都由同一医生完成,术前由爱尔卡因局部表面麻醉,作3.2mm长颞侧透明角膜自闭切口,前房内注入粘弹剂形成前房并保护角膜内皮。用破囊针头连续环形撕囊,撕囊口直径大小5.5~6.0mm之间。用Legacy 2000系列超声乳化仪进行超声乳化白内障摘除,所有人工晶体均植入囊袋内,角膜伤口不缝合。病人随机分成3组,一组病人植入单焦点SA60AT人工晶体(Alcon,USA),一组病人植入非球面TECNIS Z9001人工晶体(Parmacia,AMO),一组病人植入多焦点SA40N人工晶体(AMO)。

用EDTR视力表测患者的最佳矫正视力^[7],用眼前节分析仪Pentacam(Oculus,USA)测量撕囊口直径的大小。其中患者的瞳孔直径不能散大到6mm及撕囊口直径小于5mm的病例排出于本研究^[6]。术后3月用Optikon Keratron Scout(Optikon,Italy)

测量角膜像差,用Allegretto Wave Analyzer测量眼的总体像差,测量时选取6mm光学直径用于计算所有的像差值^[5]。用CSV-1000E(Vector Vision,USA)测量对比敏感度,CSV-1000是一个由后照明的不同空间频率的测试箱,测量距离4m,光照度85cd/m²。分别代表不同的空间频率3、6、12、18cpd。分列于四排,最开始一个对比敏感度高,剩余的16个成对出现,或上或下代表不同条纹的频率,而成对的另一个只是空白对照但光照度完全相同,从左到右对比敏感度值逐渐下降。3, 6, 12, and 18 cyc/deg不同空间频率代表四种对比敏感度值为0.7~2.08、0.91~2.29、0.61~1.99及0.17~1.55对数单位。在最佳矫正视力下,测得最佳的对比敏感度^[8]。用基于Tschermering原理设计的像差仪测量高阶像差,比较球面像差C12,4阶像差及眼的总体像差。

每个病例的Zernike C12、4阶高阶像差、最佳矫正视力及对比敏感度进行比较并用Spss统计软件进行分析。

结 果

经过排除后,最后有124只眼进入本研究,其中Z9001 40只眼,SA60AT 45只眼,SA40N 39只眼。在同样的光照度情况下,患者的年龄、性别、角膜散光、及瞳孔直径比较差异均无统计学意义。

在Z9001、SA40N组,平均撕囊口的直径(mm)分别为 5.51 ± 0.23 、 5.53 ± 0.18 、 5.50 ± 0.20 ,通过单因素的方差(One-way Anova)随机区组设计,F值为1.085,P值为 $0.345 > 0.01$,之间的差异不具有统计学意义。

在Z9001、SA60AT及SA40N组,最佳矫正视力为 0.002 ± 0.019 、 0.006 ± 0.022 、 0.014 ± 0.023 logMAR。其中Z9001组的最佳矫正视力较SA60AT高,SA60AT组较SA40N组高,通过单因素的方差(One-way Anova)随机区组设计,F值为1.219,P值为 $0.303 > 0.01$,之间的差异不具有统计学意义。

表1示平均的角膜像差,慧星像差和角膜的总体高阶像差,它们之间的差异均不具有统计学意义。

表2示各组的高阶像差Zernike C12、4阶像差及总体高阶像差比较。各指标间差异均具有统计学意义,其中SA40N组较SA60AT组高,SA60AT组较Z9001组高(图1、2)。

表3示对比敏感度值,在各空间频率比较Z9001组较SA60AT组高,SA60AT组较SA40N组高,它们之间的差异具有统计学意义(图3、4)。

表 1 Z9001、SA60AT 及 SA40N IOL

组角膜像差比较

	Aberration		
	Spab	Coma	RMS
Z9001	0.24 ± 0.12	0.35 ± 0.13	1.54 ± 0.15
SA60AT	0.26 ± 0.05	0.32 ± 0.21	1.62 ± 0.09
SA40N	0.21 ± 0.09	0.33 ± 0.15	1.58 ± 0.18
F*	0.20	0.63	1.02
P	0.81	0.54	0.37

* 单因素方差分析随机区组设计, P>0.01

表 2 球差, 4 阶像差及总体高阶像差比较

Aberration	C12	4thRMS	RMSH
Z9001	0.05 ± 0.02	0.26 ± 0.08	0.45 ± 0.10
SA60AT	0.20 ± 0.05	0.32 ± 0.11	0.69 ± 0.12
SA40N	0.40 ± 0.14	0.45 ± 0.15	1.02 ± 0.15
F*	710.64	127.01	658.169
P	0.000	0.000	0.000

* 单因素方差分析随机区组设计, P<0.01

表 3 眩光及无眩光时对比敏感度比较表

	glare				without glare			
	3	6	12	18	3	6	12	18
Z9001	1.97 ± 0.13	1.87 ± 0.19	1.51 ± 0.10	1.08 ± 0.10	2.15 ± 0.09	1.97 ± 0.11	1.53 ± 0.12	1.25 ± 0.11
SA60AT	1.72 ± 0.10	1.71 ± 0.10	1.24 ± 0.13	0.85 ± 0.07	1.87 ± 0.10	1.72 ± 0.10	1.29 ± 0.13	1.11 ± 0.10
SA40N	1.70 ± 0.09	1.69 ± 0.12	1.15 ± 0.12	0.73 ± 0.09	1.84 ± 0.11	1.68 ± 0.12	1.23 ± 0.14	1.03 ± 0.13
F*	966.02	170.67	203.82	2045.87	423.03	607.972	619.21	450.43
P	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

* 单因素方差分析随机区组设计, P<0.01

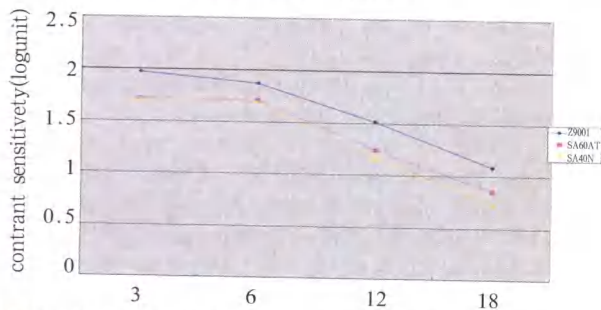


图 3 眩光时对比敏感度比较图, 非球面人工晶体大于单焦点人工晶体, 单焦点人工晶体大于多焦点人工晶体

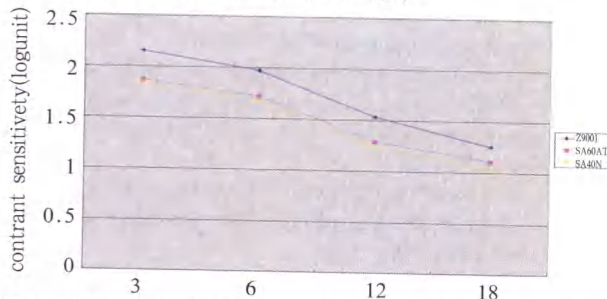


图 4 无眩光时对比敏感度, 比较图非球面人工晶体大于单焦点人工晶体, 单焦点人工晶体大于多焦点人工晶体

讨 论

近年来对人眼的像差随着年龄的改变作了大量

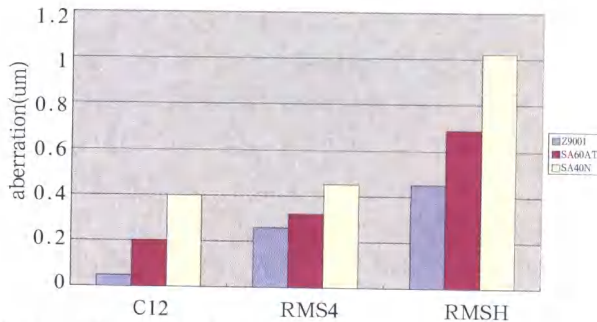


图 1 各组球面像差 C12, 四阶像差 4thRMS 及总体高阶像差 RMSH 比较直方图, 其中多焦点人工晶体高于单焦点人工晶体, 单焦点人工晶体多于非球面人工晶体

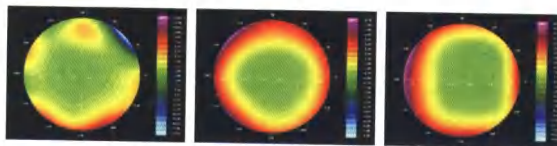


图 2 三组的波前像差比较图, 左图: Z9001 眼, 中图: SA60AT 眼, 右图: SA40N 眼

的研究工作, 发现正常人的角膜产生正的像差可被负的晶状体的球面像差抵消, 使眼的总体像差倾向于零, 从而维持良好的视觉质量。一生中, 角膜的像差基本保持稳定, 晶状体的像差从 40 岁左右开始逐渐变成正值, 对角膜正的球面像差的补偿作用随着年龄的增加而逐渐减少, 引起眼的整体像差增加, 使眼的视觉质量降低^[1]。

近年来, 屈光手术后引起的高阶像差的变化越来越受到关注, 准分子激光术后可以引起角膜的球面像差及慧星像差改变^[9,10], 使患者术后视觉质量发生改变。研究发现, 白内障人工晶体植入术后, 也可以引起类似的高阶像差的变化, 使患者视觉质量下降^[11]。准分子激光的个体化切削理念, 是否可用于白内障手术领域, 即设计个体化的人工晶体用于补偿眼整体的高阶像差, 还在研究当中。但正常人眼中产生角膜正的球面像差, 是否可通过植入一个负的球面像差的人工晶体进行补偿, 已取得了很大的进展。

Tecnis Z9001 非球面人工晶体设计有一个扁平的前表面, 产生负性的球面像差, 补偿角膜的正性球面像差, 植入眼后使得眼的整体高阶像差得以降

低。如本研究中发现其中 Z9001 组眼总的球面像差、4 阶高阶像差及总体高阶像差分别为 0.05 ± 0.02 、 0.26 ± 0.08 、 0.45 ± 0.10 较 SA60AT 组的 0.20 ± 0.05 、 0.32 ± 0.11 、 0.69 ± 0.12 小。三组角膜像差比较, 差异不具有统计学意义, 这说明眼的整体像差的差别主要来自眼内部结构, 特别是人工晶体。

多焦点人工晶体植入眼后, 患者在远处及近处可产生两个焦点, 产生一种假的调节作用, 使病人在无限远处和近点都能产生一个较为清晰的图像, 从而减少病人在阅读时对眼镜的依赖。但多焦点人工晶体眼, 患者聚焦于视网膜的入射光线, 被存在于视网膜外的其他焦点的光线叠加, 像差仪通过反射回来的入射光线, 就可以测得增加的高阶像差。在我们的研究中发现, 不论是球面像差, 4 阶像差及眼的总体高阶像差, 多焦点人工晶体 SA40N 均较单焦点组 SA60AT 高, 分别为 0.40 ± 0.14 、 0.45 ± 0.15 、 1.02 ± 0.15 及 0.20 ± 0.05 、 0.32 ± 0.11 、 0.69 ± 0.12 。

本研究发现, 患者植入 Z9001 人工晶体引起球面像差的减少, 与单焦点人工晶体相比并没有引起视力的明显差异。通过 EDTR 视力测量, 虽然 Z9001 组较 SA60AT 组稍高, 但其差异无统计学意义。在 SA40N 组球面像差增加较多, 测得的视力与 Z9001 组及 SA60AT 相比, 稍微降低但差异不具有统计学意义。但是单纯视力测量并不能有效地评价白内障术后患者术前术后的视功能情况^[12]。如有些病人术后虽然客观测得了较好的视力, 甚至大于 1.0 (LogMAR 0), 仍报怨视物模糊。而对比敏感度测量可以提供给患者较为全面的各个空间频率的评价, 更好地反映患者的视功能情况。

术后 3 月, Z9001 组眼对比敏感度明显较 SA-60AT 组好, 从理论上主要是由于非球面人工晶体引起的球面像差减少所致, 多焦点人工晶体眼的对比敏感度较单焦点人工晶体眼低。多焦点人工晶体眼的入射光线分别汇聚于一点或多个点, Ravalico 等通过测量, 大约 50% 的光线聚于远点, 大约 20% 光线聚于近点。这和理论上的在多焦点人工晶体主要影响高空间频率的对比敏感度是相一致的^[13]。

Z9001 人工晶体引起像差减少, 对比敏感度提高, 临床观察发现病人的视觉质量有所提高, 特别是对驾驶员意义重大, 可以较早地发现眼前的行人或障碍物。并且在瞳孔较大的条件下, 视觉质量改善更为明显。与此相反多焦点人工晶体的植入可以增加像差及引起患者的视觉质量下降, 夜晚行车时易

产生眩光, 影响驾车安全。

作为眼科医生, 我们应该充分考虑各种人工晶体的优势, 明白其利弊, 根据患者不同的职业、年龄及个人爱好选择不同的人工晶体。如果能研究出一种人工晶体既能减少患者的像差又能提供给患者较好的远近视力, 将获得非球面人工晶体及多焦点的优点, 使得多焦点人工晶体可以用于年龄小于 60 岁的患者。目前 Pharmacia 最近推出的 Tecnis Multifocal 多焦点人工晶体, 正是基于此理念设计, 有一个较扁平的前表面, 可减少球面像差。而其后面有一个衍射的后表面, 提供患者良好的远近视力, 但其临床效果还得进行多中心的临床研究进行综合评价方能获得。

参 考 文 献

- 1 Artal P, Berrio E, Guirao A, et al. Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. *J Opt Soc Am A* 2002; 19:137-143
- 2 Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Changes in corneal wavefront aberrations with aging. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40:1351-1355
- 3 Roberto B, Antonio S, Lucio B et al. Visual acuity and contrast sensitivity comparison between Tecnis and AcrySof SA60AT intraocular lenses: A multicenter randomized study. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:712-717
- 4 Sen HN, Sarikkola AU, Uusitalo RJ et al. Quality of vision after AMO Array multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:2483-2493
- 5 Kaemmerer M, et al. Clinical experience with the Tscherning aberrometer. *J Refract Surg* 2000, 6 : 584-587
- 6 Liu YZ, Chen B. Burst model of phacoemulsification cataract extraction. *Zhong Hua Yan Ke Zha Zhi*, 2004; 40(4): 239-242
- 7 Ferris FL III, Kassoff AK, Bresnick GH, et al. New visual acuity charts for clinical research. *Am J Ophthalmol* 1982; 94:91-96
- 8 Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation. *Br J Ophthalmol* 2000;84:1109-1112
- 9 Seiler T, Kaemmerer M, Mierdel P, et al. Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomy for myopia and myopic astigmatism. *Arch Ophthalmol* 2000; 118:17-21
- 10 Moreno-Barriuso E, Lloves JM, 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; 42:1396-1403
- 11 Vilarrodona L, Barrett GD, Johnson B et al. High-order aberrations in pseudophakia with different intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:571-575
- 12 Superstein R, Boyaner D, Overbury O. Functional complaints visual acuity, spatial contrast sensitivity, and glare disability in preoperative and postoperative cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25: 575-581
- 13 Ravalico G, Parentin F, Sirotti P et al. Analysis of light energy distribution by multifocal intracoual lens, through an experimental optical model. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24(5): 647-52

(收稿时间: 2006-08)