

# 中度曲率性近视与轴性近视的高阶像差比较研究

杨璐, 邵毅, 刘永琰, 张莉花, 周琼, 刘克政

基金项目:国家自然科学基金(No. 81160118);江西省自然科学基金(No. 20114BAB215029);江西省科技支撑计划项目(No. 20111BBG70026-2);江西省科技厅科技计划面上项目(No. Z20091069, 20121026);江西省教育厅青年科学基金项目(No. JJJ12158)

作者单位:(330006)中国江西省南昌市,南昌大学第一附属医院眼科

作者简介:杨璐,女,在读博士,主治医师。

通讯作者:杨璐. yiwang9@163.com

收稿日期:2012-08-21 修回日期:2012-10-16

## Study on higher order aberrations in moderate curvature myopia and axial myopia

Lu Yang, Yi Shao, Yong-Yan Liu, Li-Hua Zhang, Qiong Zhou, Ke-Zheng Liu

**Foundation items:** National Natural Science Foundation of China (No. 81160118); Natural Science Foundation of Jiangxi Province, China (No. 20114BAB215029); Technology Foundation of Jiangxi Province, China (No. 20111BBG70026-2); Health Department Science and Technology Foundation of Jiangxi Province, China (No. Z20091069, 20121026); Education Department Youth Scientific Research Foundation Jiangxi Province, China (No. JJJ12158)

Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China

**Correspondence to:** Lu Yang. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China. yiwang9@163.com

Received:2012-08-21 Accepted:2012-10-16

## Abstract

• **AIM:** To investigate the difference of ocular higher order aberrations between curvature myopia and axial myopia in moderate myopic eyes, according to the analysis of higher order aberrations in different types of moderate myopia.

• **METHODS:** It was a prospective study. Totally 39 moderate myopic subjects (56 eyes, myopia with no astigmatism) participated in this study and were divided into two groups: group A was moderate curvature myopia group (11 patients, 16 eyes), with average age  $22 \pm 2$  years, mean axial length of  $23.89 \pm 0.13$ mm, mean corneal curvature  $45.56 \pm 0.95$ D and mean diopter  $-4.58 \pm 0.82$ D. Group B was moderate axial myopia group (53 patients, 79 eyes), with average age  $22 \pm 3$  years, mean axial length of  $25.82 \pm 0.44$ mm, mean corneal curvature  $41.93 \pm 0.85$ D and mean diopter  $-4.50 \pm 0.78$ D. The values of higher order aberrations were analyzed at different pupil

diameters between the two groups.

• **RESULTS:** The comparison on mean age between the two groups had no significant difference as well as that on mean diopter ( $P > 0.05$ ). The comparisons on both average curvature of cornea and mean axial length showed significant differences ( $P < 0.05$ ), respectively. The values of RMS3, RMS4, RMS6, RMSH and C12 of the two groups (Group A/Group B) were  $0.165 \pm 0.064/0.098 \pm 0.045$ ,  $0.127 \pm 0.034/0.059 \pm 0.025$ ,  $0.040 \pm 0.014/0.028 \pm 0.010$ ,  $0.218 \pm 0.059/0.129 \pm 0.040$  and  $0.137 \pm 0.057/0.048 \pm 0.037$ , respectively, when pupil diameter was 6mm and the comparison of the two groups had significant differences ( $P < 0.05$ ). Meanwhile the comparisons of ocular higher order aberrations on group A and group B also presented significant differences ( $P < 0.05$ ), with the former higher than the latter.

• **CONCLUSION:** Curvature myopia had more coma, spherical aberration, secondary spherical aberration and total higher order aberrations than axial myopia in moderate myopic eyes in normal and moderately dilated pupils.

• **KEYWORDS:** moderate myopia; curvature myopia; axial myopia; higher order aberrations

**Citation:** Yang L, Shao Y, Liu YY, et al. Study on higher order aberrations in moderate curvature myopia and axial myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2012;12(11):2129-2131

## 摘要

**目的:** 针对不同类型中度近视眼高阶像差的分析,探讨中度近视眼中曲率性近视与轴性近视高阶像差的差异。

**方法:** 采用前瞻性研究,选取单纯性中度近视眼患者 39 例 56 眼,将其分为两组:A 组为中度曲率性近视眼组(11 例/16 眼),平均年龄  $22 \pm 2$  岁,平均眼轴长度  $23.89 \pm 0.13$ mm,平均角膜曲率  $45.56 \pm 0.95$ D,平均屈光度  $4.58 \pm 0.82$ D;B 组为轴性近视眼组共 28 例 40 眼,平均年龄  $22 \pm 3$  岁,平均眼轴长度  $25.82 \pm 0.44$ mm,平均角膜曲率  $41.93 \pm 0.85$ D,平均屈光度  $4.50 \pm 0.78$ D。利用波前像差仪获取入选患眼瞳孔分别为 4,5,6mm 时高阶像差值,进行分组比较。

**结果:** A, B 两组平均年龄与平均屈光度比较,差异无显著性 ( $P > 0.05$ ); 两组平均角膜曲率与平均眼轴长比较,差异有显著性 ( $P < 0.05$ )。A 组与 B 组在瞳孔为 6mm 时 RMS3, RMS4, RMS6, RMSH, C12 值比较, A 组/B 组分别为:  $0.165 \pm 0.064/0.098 \pm 0.045$ ,  $0.127 \pm 0.034/0.059 \pm 0.025$ ,  $0.040 \pm 0.014/0.028 \pm 0.010$ ,  $0.218 \pm 0.059/0.129 \pm 0.040$ ,  $0.137 \pm 0.057/0.048 \pm 0.037$ , 差异有显著性 ( $P < 0.05$ )。其余不同直径瞳孔下的高阶像差各值比较,前者均高于后者,差异均有显著性 ( $P < 0.05$ )。

**结论:**在正常及中度散大瞳孔下,中度近视眼中曲率性近视的彗差、球差、次级球差及总高阶像差均较轴性近视眼为大。

**关键词:**中度近视眼;曲率性近视眼;轴性近视眼;高阶像差

DOI:10.3969/j.issn.1672-5123.2012.11.24

**引用:**杨璐,邵毅,刘永琰,等.中度曲率性近视与轴性近视的高阶像差比较研究.国际眼科杂志 2012;12(11):2129-2131

## 0 引言

由于现代生活对视觉的需求及影响,使得近视眼发病率居高不下并持续上升,已成为全球范围内严重危害视功能的主要眼病。近年来国内外学者针对近视眼发病机制、临床防治,生物力学及解剖结构等方面做了广泛深入的研究<sup>[1]</sup>。在临床诊治中,广被采用的分类方法是按眼的屈光性质不同改变将近视眼分为轴性近视与屈光性近视。曲率性近视是屈光性近视中的一种,是由于角膜面或晶状体面的曲度增强而形成的近视<sup>[2]</sup>。国内外针对这些不同结构异常近视类型的比较研究少见报道。为将研究细化,我们选择因角膜曲率增大形成的前段异常为主的近视与因眼轴增长形成的后段异常为主的近视利用波前像差技术进行比较对照分析,由于中度以下近视眼眼球结构变化不大,又因曲率性高度近视眼临床上较为少见,收集困难,故我们选取中度近视眼为研究对象,以期了解眼的不同结构变化对眼视觉功能的影响及程度,探究不同类型近视眼波前像差的变化规律,进一步完善波前像差在人眼视功能方面的研究,探寻存在较为明显高阶像差的人群特质,为个体化切削病例选择提供重点的人群筛选范围,为发展更为完善的屈光手术打下基础。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 本研究为前瞻性研究,选取2009-10/2012-05来我中心预接受LASIK手术的单纯性中度近视眼患者39例56眼,排除有眼部外伤、手术史及其他相关眼病或结构异常(如球形晶状体等)。入选标准:为排除其他因素干扰,选取屈光介质均匀、角膜形态规则、矫正视力 $\geq 1.0$ ,及无任何眼疾的受试对象。显然验光为单纯中度近视眼患者(屈光度 $> -3.0D$ 及 $\leq -6.0D$ ),且波前像差验光与显然验光的球镜度数相差小于 $0.5D$ ,角膜平坦与陡峭子午线曲率差值小于 $0.5D$ (取两者平均值为平均角膜曲率值)的患者纳入研究,进行分析。分组标准:根据眼球结构常量<sup>[3]</sup>分为两组,A组为中度曲率性近视眼组(平均角膜曲率 $> 43D$ ,眼轴 $\leq 24mm$ );B组为中度轴性近视眼组(平均角膜曲率 $\leq 43D$ ,眼轴 $> 24mm$ )。最终纳入A组共11例16眼,平均年龄 $22 \pm 2$ 岁,平均眼轴长度 $23.89 \pm 0.13mm$ ,平均角膜曲率 $45.56 \pm 0.95D$ ,平均屈光度 $4.58 \pm 0.82D$ ;轴性近视眼组共28例40眼,平均年龄 $22 \pm 3$ 岁,平均眼轴长度 $25.82 \pm 0.44mm$ ,平均角膜曲率 $41.93 \pm 0.85D$ ,平均屈光度 $4.50 \pm 0.78D$ 。

## 1.2 方法

**1.2.1 筛选检查** 电脑验光,显然验光,眼内压测量(非接触式)角膜厚度、角膜地形图(鹰视眼前节分析系统ALLEGRO Oculyzer)、眼轴(天津索维SW1000眼科A超测量仪)、散瞳眼底检查、裂隙灯检查及波阵面像差(Wavelight Analyzer,德国Wavelight Laser Technology公

司)检测。所有患者均停戴角膜接触镜2wk以上。

**1.2.2 波前像差检查** 用美多丽眼液将瞳孔散大至 $7.0mm$ 以上,进行波前像差检查。每眼重复检查至少4次(该程序一次成功摄图即可获得 $4 \sim 7mm$ 不同大小直径瞳孔下像差图及其Zernike函数值),最后选择高阶像差图形及RMS值重复性最好、像差仪验光球镜度数与显然验光球镜度数差异小( $-0.5D$ 以内)、原始摄图中心三轴(X,Y,Z)对焦理想的检查结果记入该研究。

**1.2.3 研究内容** 选取所有入选眼在正常及中度散大瞳孔(直径分别为 $4,5,6mm$ )下高阶像差值,包括彗差(RMS3)、球差(RMS4)、次级彗差(RMS5)、次级球差(RMS6)、总高阶像差(RMSH)、C12值(Zernike系列函数之一,为构成RMS4的主要成分)进行分组比较。

统计学分析:使用SPSS 19.0软件包对数据进行统计分析,采用配对 $t$ 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

入选的研究对象基本信息见表1。比较结果显示除眼轴长度及角膜曲率外,A,B两组间平均年龄、平均屈光度比较无统计学差异( $P > 0.05$ )。A,B两组在不同直径瞳孔下高阶像差比较结果见表2。结果显示A,B两组在不同直径瞳孔下( $4,5,6mm$ )RMS3,RMS4,RMSH,C12及瞳孔为 $6mm$ 时RMS6两两比较,前者各值均大于后者,差异均有显著性( $P < 0.05$ ,表2)。

## 3 讨论

近视是全球发生率最高的屈光不正,已成为严重的公共卫生问题并可严重危害视功能。目前对近视眼的矫治,越来越多的人选择了准分子激光手术治疗,但手术前后高阶像差的存在和引入常使患者的矫正视力低于正常,或者即使达到正常,却仍觉视物模糊、眩光、光晕、夜视力障碍等,不同程度地影响了患者的视觉质量,使得常规手术效果被打折扣。在光学成像中,成像不能严格再现物体的原貌,而是产生一些畸变,这种现象称为像差,其中高阶像差的存在可明显影响视觉质量,然而常规矫治手段很难将其消除,通过个性化角膜屈光手术使高阶像差矫正成为可能,但并非所有接受个体化手术的患者都从中获益了。因此,术前选择合适的手术患者显得尤为重要。我们的研究目的希望通过了解眼球不同结构变化对眼视觉功能的影响及程度,探究不同类型近视眼波前像差的变化规律,探寻存在较为明显高阶像差的人群特质,为个体化切削病例选择提供重点的人群筛选范围。

在我们的研究中,为避免变量过多而导致多因素混杂作用,选择单纯近视患者,角膜平坦与陡峭子午线曲率基本一致,以尽量避免散光等因素的同时作用;选择青壮年患者,因其晶状体及玻璃体等屈光成分及指数尚稳定,以尽量避免年龄因素对像差的影响。并选择直径为 $4,5,6mm$ 直径瞳孔下进行研究,以了解在正常或中等扩大的常用瞳孔大小高阶像差的变化。严格按眼球的常量分组,避免复合因素协同作用。分别纳入曲率性近视眼组与轴性近视眼组的患者平均年龄、平均屈光度基本一致,而角膜曲率及眼轴长度则有显著差异,我们的目的也正是比较由角膜曲率增大所致近视眼与由眼轴增长所致近视眼高阶像差的差异,从而可较好地判断眼结构不同对眼高阶像差的影响。我们的研究显示在常用的各个不同直径瞳孔下,中度曲率性近视眼的彗差、球差及总高阶像差以及瞳孔 $6mm$ 时次级球差比中度轴性近视眼相应各高阶像

表 1 A,B 两组研究对象基本信息

	A 组	B 组
例数(眼数)	11(16)	28(40)
年龄(岁)	22±2(18~31)	22±3(18~34)
眼轴长度(mm)	23.89±0.13(23.6~24)	25.82±0.44(25.9~26.8) <sup>a</sup>
角膜曲率(D)	45.56±0.95(44.2~46.6)	41.93±0.85(40.2~43) <sup>a</sup>
屈光度(D)	4.58±0.82(3.25~5.50)	4.50±0.78(3.25~5.75)

<sup>a</sup>P<0.05 vs A 组。

表 2 A,B 两组在不同直径瞳孔下高阶像差的对比

( $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$ )

	4mm		5mm		6mm	
	A	B	A	B	A	B
RMS3	0.074±0.023	0.052±0.022 <sup>a</sup>	0.110±0.041	0.072±0.028 <sup>b</sup>	0.165±0.064	0.098±0.045 <sup>b</sup>
RMS4	0.043±0.009	0.028±0.012 <sup>b</sup>	0.076±0.019	0.036±0.015 <sup>b</sup>	0.127±0.034	0.059±0.025 <sup>b</sup>
RMS5			0.033±0.015	0.025±0.010	0.051±0.021	0.038±0.011
RMS6					0.040±0.014	0.028±0.010 <sup>a</sup>
RMS <sub>h</sub>	0.085±0.021	0.058±0.018 <sup>b</sup>	0.145±0.036	0.087±0.027 <sup>b</sup>	0.218±0.059	0.129±0.040 <sup>b</sup>
C12	0.034±0.02	0.016±0.013 <sup>b</sup>	0.077±0.034	0.027±0.021 <sup>b</sup>	0.137±0.057	0.048±0.037 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>P<0.05, <sup>b</sup>P<0.01 vs A 组。

差值均高,差异均有显著性;我们还针对构成四阶球差 RMS4 的主要成分 C12 进行两组的对比研究,亦得到相同的结果。

据目前国内外对波前像差的研究中,多数认为眼轴的变化与眼总波前像差呈明显正相关关系,即眼轴增长,眼波前像差明显增加,这主要是由于大多近视眼患者属于轴性近视,眼轴增长使得眼屈光度增加,近视加深,从而眼总波前像差增加<sup>[4-6]</sup>,而探究眼轴对高阶像差的影响时,林楠<sup>[7]</sup>的研究指出全眼总高阶像差、3~6 阶各阶 RMS 值与眼轴长度呈显著正相关关系,然而从我们的研究得出,角膜曲率的改变可能比眼轴的改变对高阶像差的影响更大。我们分析由于角膜是眼球的重要屈光成分,其屈光力占眼球总屈光力的 70% 以上,因而由角膜曲率所贡献的像差包括高阶像差亦较其他组织为大。本研究中曲率性近视眼平均角膜曲率增长至 45.56D,角膜前表面弯曲度增大,屈折力增加,所产生的高阶像差也随之增加。刘丽清<sup>[8]</sup>的研究结论指出,角膜中央区半径与全眼总高阶像差(RMS<sub>h</sub>)及 RMS4 成负相关,水平中央区半径还与 RMS5 及 RMS6 成负相关,提示角膜中央区半径越小,高阶像差越大,亦即角膜曲率增大,眼高阶像差也随之增加。近视眼角膜高阶像差特征分析及近视矫正术后角膜后表面变化的研究,此种改变可能类似圆锥角膜的变化发展。刘勇等<sup>[9]</sup>研究发现亚临床期圆锥角膜患者的高阶像差明显增加,并且一些国外的研究也证实这一改变,他们还发现随着圆锥角膜病变程度加重,在光学区的高阶像差更是剧烈变化<sup>[10]</sup>,同时指出波前像差可以用于检测疑似或先兆圆锥角膜患者,但在涉及屈光手术时还应联合角膜地形图及角膜厚度测量等技术综合判断<sup>[11]</sup>。而一些研究也显示应用硬性透气性角膜接触镜矫正圆锥角膜后,在改善角膜高曲率及高散光等角膜形态后,眼高阶像差也得到有效降低<sup>[12,13]</sup>。

当然,需要指出的是我们研究的中度曲率性近视眼角膜曲率虽较常量值增高,但其角膜形态及规则程度仍在正常范围,研究结果显示其高阶像差比同屈光度的轴性近视眼仅增高约 40%~70%,而圆锥角膜眼和亚临床圆锥角膜眼高阶像差分别是正常眼高阶像差的约 5.5 倍<sup>[14]</sup>和 2~

3 倍<sup>[9]</sup>,明显高于高角膜曲率组近视眼,提示存在角膜曲率增大致人眼高阶像差增大的变化机制,角膜曲率增大至一定程度可至眼高阶像差显著异常增大。但由于本研究中中度以上的曲率性近视眼纳入病例数仍偏少,故研究结果还有待于更大样本的研究证实,同时进一步探查是否存在高阶像差显著增长的角膜曲率正常与异常变化临界点或范围,为更深入地了解波前像差在人眼视功能方面的重要作用及个体化矫治近视眼患者提供更多参考依据。

#### 参考文献

- 宋胜仿,李华. 近视流行病学调查研究进展. 国际眼科杂志 2011; 11(3):453-454
- 李凤鸣. 眼科全书. 北京:人民卫生出版社 1996:2524
- 赵堪兴,杨培增. 眼科学. 第七版. 北京:人民卫生出版社 2008:319
- 蔚伟,徐凤,赵少贞. 近视散光眼波前像差特点分析. 国际眼科杂志 2008; 8(8):1620-1622
- 黄建忠,赵武校,刘伟民,等. 近视眼波前像差与屈光参数的相关性研究. 眼科新进展 2009; 29(5):354-355,358
- Tian Y, Tarrant J, Wildsoet CF. Optical and biometric characteristics of anisomyopia in human adults. *Ophthalmic Physiol Opt* 2011;31(5):540-549
- 林楠. 近视眼波前像差与眼内压、中央角膜厚度及眼轴长度的相关性研究. 山东大学硕士研究生学位论文 2008
- 刘丽清. 近视眼角膜高阶像差特征分析及近视矫正术后角膜后表面变化的研究. 天津医科大学硕士研究生学位论文 2010
- 刘勇,张文防,于周兴. 亚临床期圆锥角膜的高阶波前像差表现. 国际眼科杂志 2011; 11(3):482-484
- Atchison DA, Mathur A, Read SA, et al. Peripheral ocular aberrations in mild and moderate keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(12):6850-6857
- Mesplé N, Léoni - Mesplé S, Gallois A, et al. Detection of keratoconus using wavefront analysis. *J Fr Ophthalmol* 2011;34(8):547-556
- 谢培英,王丹,杨丽娜,等. 透气性硬性接触镜矫正圆锥角膜的视觉质量评价. 中华眼科杂志 2005;41(12):1086-1091
- Choi J, Wee WR, Lee JH, et al. Changes of ocular higher order aberration in on- and off-eye of rigid gas permeable contact lenses. *Optom Vis Sci* 2007;84(1):42-51
- Pantaneli S, MacRae S, Jeong TM, et al. Characterizing the wave aberration in eyes with keratoconus or penetrating keratoplasty using a high-dynamic range wavefront sensor. *Ophthalmology* 2007;114(11):2013-2021