

中低度近视眼高阶像差与低对比度视力相关性研究<sup>△</sup>

程振英 褚仁远 周行涛

**Correlation of ocular high-order aberration with low contrast visual acuity in low and moderate myopic eyes**

CHENG Zhen-Ying, CHU Ren-Yuan, ZHOU Xing-Tao

【Key words】 myopia; high order aberration; low contrast visual acuity

【Abstract】 **Objective** To investigate the relationship between ocular high-order aberration and low contrast visual acuity in low and moderate myopic eyes. **Methods** High order aberration of 65 subjects (65 eyes) with low and moderate myopia were measured with WASCA wavefront analyzer. Root mean square (RMS) of the total high order aberration at 6mm pupil diameter, each order aberration and each Zernike coefficients were recorded for analysis. Best corrected visual acuity at 10% and 5% contrast level under photopic and mesopic condition were measured using computer generated multifunction visual acuity analyzer. Multiple linear regression was used to analyze the relation between ocular high-order aberrations and low contrast visual acuity. **Results** Multiple linear regression analysis revealed that RMS of total high order aberration was significantly correlated with visual acuity at every low contrast level ( $P < 0.01$ ). RMS of the 3rd aberration was significantly correlated with visual acuity at every low contrast level ( $P < 0.01$ ), but RMS of the 4th aberration was not ( $P > 0.05$ ). Horizontal coma aberration was significantly correlated with visual acuity at every low contrast level ( $P < 0.01$ ), but the other Zernike aberrations including spherical aberration and vertical coma aberration was not ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** This study suggests that horizontal coma aberration in low and moderate myopic eyes was significantly correlated with best corrected visual acuity at low contrast.

【Rec Adv Ophthalmol 2008;28(1):46-48】

【中图分类号】 R778 【文献标识码】 A

【文章编号】 1003-5141(2008)01-0046-03

【关键词】 近视;高阶像差;低对比度视力

【摘要】 目的 探讨中低度近视眼高阶像差与低对比度视力的关系。方法 对65例65眼中低度近视患者,用WASCA波前像差仪测眼高阶像差,对瞳孔直径6 mm时总高阶像差、各阶像差和各项Zernike函数( $C_6 \sim C_{14}$ )的均方根进行分析。用多功能电子视力测量仪测量亮、暗环境中对比度为10%和5%的最佳矫正视力。用多元线性回归分析眼高阶像差与各低对比度视力间的相关关系。结果 眼总高阶像差与各低对比度视力间的直线相关关系均有显著统计学意义( $P < 0.01$ )。在第3、4阶像差中,第3阶像差与各低对比度视力间的直线相关关系有显著统计学意义( $P < 0.01$ );第4阶像差与各低对比度视力间的直线相关关系无统计学意义( $P > 0.05$ )。在 $C_6 \sim C_{14}$ 项Zernike函数中,水平慧差与各低对比度视力间的直线相关关系有显著统计学意义( $P < 0.01$ ),其余Zernike函数(如球差、垂直慧差)与各低对比度视力间的直线相关关系均无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论 中低度近视眼的水平慧差与低对比度最佳矫正视力有关。

【眼科新进展 2008;28(1):46-48】

人眼高阶像差是评价眼屈光系统光学质量的重要指标,低对比度视力是反应视觉质量的重要参考,光学质量影响视觉质量。关于准分子激光角膜屈光手术后眼高阶像差与低对比度视力间相关关系的研究已有较多报道<sup>[1-3]</sup>,但关于近视眼在屈光手术前眼高阶像差与低对比度视力间相关关系的研究较少<sup>[4]</sup>。近视眼在屈光手术前已存在的高阶像差是否影响其视觉质量值得探讨。本研究对65例65眼中低度近视患者检测眼的高阶像差和明、暗环境中最佳矫正后的低对比度视力,分析高阶像差中各项Zernike函数与低对比度视力间的相关关系,以期找出与视力相关的像差函数,为进一步矫正像差、提高视觉质量提供参考,也为波前引导的个性化角膜屈光手术提供依据。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 2007年1月至3月在我院屈光手术门诊就诊的中低度近视患者65例65眼,男35例35眼,女30例30眼,年龄18~35岁;屈光度:球镜-1.00~-6.00 D,平均(-4.12±1.76) D,散光≤-0.50 D;最佳矫正视力≥1.0。除近视外无其他眼病,无全身疾病,无眼外伤和手术史。

**1.2 方法**

**1.2.1 波前像差测量** 用WASCA Analyzer波阵面像差仪(德国Zeiss公司)客观测量眼的波前像差,测

收稿日期:2007-07-24 修回日期:2007-10-15 本文编辑:方红玲

作者简介:程振英,女,1968年9月出生,博士后。联系电话:021-64377134-859(O);E-mail:qitulasik@163.com

△基金项目:上海市科委重点实验室项目基金资助(编号:2005DZ22325)

作者单位:200031 上海市,复旦大学附属眼耳鼻喉科医院眼科

通讯作者:褚仁远,E-mail:churen Yuan@hotmail.com

Received date:Jul 24,2007 Accepted date:Oct 15,2007

Foundation item:Foundation for Key Laboratory Project of Shanghai Technology Committee(No:2005DZ22325)

From the Department of Ophthalmology, Eye and ENT Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200013, China

Responsible author:CHU Ren-Yuan,E-mail:churen Yuan@hotmail.com

量在暗室内、瞳孔自然放大状态下进行。记录分析瞳孔直径 6 mm 时总高阶像差,第 3 阶、第 4 阶像差和  $C_6 \sim C_{14}$  项 Zernike 函数的均方根值 (root mean square, RMS), 结果以 OSA (optic society of America) 标准表示<sup>[5]</sup>, 每眼测 3 遍, 取平均值。

**1.2.2 对比度视力测量** 用深圳亮晶公司生产的多功能电子视力检测仪, 测量亮、暗环境中对比度分别为 10% 和 5% 的最佳矫正视力。测量时根据验光结果, 用球镜和柱镜矫正近视与散光, 不断调试镜片度数, 使在各对比度状态下均达到最佳矫正视力, 每眼测 2 遍, 取平均值。视力值采用 LogMAR 记录法<sup>[6]</sup>。

**1.3 统计学分析** 用 SPSS 11.5 统计软件中的多元线性回归分析眼高阶像差与低对比度视力的相关关系。分别以总高阶像差, 第 3、4 阶像差和  $C_6 \sim C_{14}$  项 Zernike 函数的均方根值为自变量, 分别以亮、暗环境中对比度为 10% 和 5% 的低对比度视力为因变量, 用向后逐步回归法 (Backward) 选择有显著性意义的自变量, 建立回归方程。

## 2 结果

**2.1 眼高阶像差** 65 例中低度近视眼在分析瞳孔直径 6 mm 时, 眼总高阶像差平均为  $0.28 \pm 0.09$ , 第 3 阶像差平均为  $0.20 \pm 0.10$ , 第 4 阶像差平均为  $0.13 \pm 0.06$ 。第  $C_6 \sim C_{14}$  项 Zernike 函数平均为:  $C_6: 0.09 \pm 0.07$ ,  $C_7: 0.12 \pm 0.08$ ,  $C_8: 0.07 \pm 0.04$ ,  $C_9: 0.07 \pm 0.07$ ,  $C_{10}: 0.04 \pm 0.03$ ,  $C_{11}: 0.03 \pm 0.02$ ,  $C_{12}: 0.09 \pm 0.08$ ,  $C_{13}: 0.04 \pm 0.03$ ,  $C_{14}: 0.04 \pm 0.04$ 。

**2.2 对比度视力** 65 例中低度近视患者在亮环境中对比度为 10% 和 5% 的最佳矫正视力平均为  $0.21 \pm 0.10$  和  $0.53 \pm 0.12$ ; 在暗环境中对比度为 10% 和 5% 的最佳矫正视力平均为  $0.23 \pm 0.09$  和  $0.53 \pm 0.09$ 。

### 2.3 眼高阶像差与低对比度视力间的关系

#### 2.3.1 眼总高阶像差与低对比度视力间的关系

眼总高阶像差与亮环境中对比度 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.14 和 0.17, 回归方程分别为  $0.10 + 0.38X$  和  $0.38 + 0.50X$ ; 与暗环境中对比度分别为 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.22 和 0.26, 回归方程分别为  $0.11 + 0.45X$  和  $0.40 + 0.46X$ 。

**2.3.2 各阶像差与低对比度视力间的关系** 在第 3 阶、第 4 阶像差中, 第 3 阶像差与亮环境中对比度 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.11 和 0.15, 回归方程为  $0.14 + 0.32X$  和  $0.43 + 0.44X$ ; 与暗环境中对比度 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.17 和 0.23, 回归方程为  $0.16 + 0.37X$  和  $0.44 + 0.41X$ 。第

4 阶像差与各低对比度视力间的直线相关关系均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

#### 2.3.3 各项 Zernike 函数与低对比度视力间的关系

在  $C_6 \sim C_{14}$  项 Zernike 函数中, 水平慧差与亮环境中对比度 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.18 和 0.21, 回归方程为  $0.14 + 0.96X$  和  $0.43 + 1.22X$ ; 与暗环境中对比度 10% 和 5% 视力间的直线相关关系有显著统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 确定系数分别为 0.14 和 0.20, 回归方程为  $0.18 + 0.79X$  和  $0.47 + 0.84X$ 。其余 Zernike 函数, 如球差、垂直慧差, 与各低对比度视力间的直线相关关系无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

## 3 讨论

**3.1 中低度近视眼的高阶像差** 眼高阶像差是评价眼光学质量的重要指标, 以往关于屈光手术前后近视眼的高阶像差有较多报道<sup>[1,3,7-9]</sup>, 发现术前高阶像差较小, 术后显著增加。已有研究报道<sup>[7,9]</sup>, 近视眼术前高阶像差以第 3 阶为主, 其次为第 4 阶<sup>[9]</sup>。本研究分析了中低度近视眼的高阶像差, 发现其总高阶像差、第 3 阶、第 4 阶像差和各项 Zernike 函数的特点与以往报道的结果相似<sup>[7,9]</sup>。

**3.2 中低度近视眼的低对比度视力** 低对比度视力是准分子激光角膜屈光手术后评价视觉质量的常用指标<sup>[1-3]</sup>, 通过对准分子激光角膜屈光手术后不同对比度视力分析, 表明术后高对比度视力正常, 但低对比度视力差。关于近视眼术前的低对比度视力报道较少<sup>[6]</sup>。鉴于高度近视易出现视网膜病变而影响对比敏感度功能<sup>[10]</sup>, 而中低度近视眼的对比敏感度功能与正视眼无差异<sup>[6,10]</sup>, 故本研究探讨中低度近视眼低对比度视力特点并分析其与眼高阶像差的关系。本研究分析中低度近视眼的低对比度视力, 发现虽然中低度近视眼高对比度视力良好 ( $\geq 1.0$ ), 很不集中, 但低对比度视力在不同个体间有较大差异。

**3.3 中低度近视眼波前像差与低对比度视力的关系** 以往关于高阶像差与低对比度视力间关系的研究多集中于准分子激光角膜屈光手术后<sup>[1-3]</sup>, 研究表明手术引起高阶像差增加与术后低对比度视力降低有关, 发现慧差与球差是与术后低对比度视力关系密切的像差。关于中低度近视眼屈光手术前波前像差与低对比度视力间关系的研究较少。Oshika 等<sup>[4]</sup>分析了矫正视力正常眼的高阶像差与低对比度视力间的关系, 发现第 3 阶像差与低对比度视力有关, 与第 4 阶像差无关。本研究分析了总高阶像差和第 3 阶、第 4 阶像差与中低度近视眼低对比度视力间的关系, 结果与 Oshika 等<sup>[4]</sup>研究结果一致。本研究进一步分析  $C_6 \sim C_{14}$  项 Zernike 函数与中低度近视眼低对比度视力间的关系, 发现水平慧差与低对比度视力间的直线相关关系有显著统计学意义, 其余 Zerni-

ke 函数与低对比度视力间的直线相关关系无统计学意义,这表明水平慧差是与低对比度视力相关的重要像差。

慧差是一种非对称性的像差,根据其方向不同分为水平慧差和垂直慧差。部分研究中将两者合并在一起分析,部分将其分别分析。Chalita 等<sup>[11]</sup>分析了准分子激光角膜屈光手术后波前像差与视觉质量间的关系,发现术后水平慧差的增加不仅引起低对比度视力的降低,还引起光晕、眩光等视觉障碍,但与垂直慧差无关。本研究对象是没做屈光手术的中低度近视眼,无光晕、眩光等视觉障碍,仅表现为高对比度状态下视力良好( $\geq 1.0$ ),低对比度状态下不同个体间视力差异较大。本文通过研究中低度近视眼高阶像差与低对比度视力间的关系,发现水平慧差与低对比度视力呈负相关,水平慧差大者,低对比度视力差。这表明水平慧差是一种敏感的高阶像差,即使在未手术眼,水平慧差大可引起低对比度视力差。

球差是一种对称性的高阶像差,易随调节、瞳孔大小、屈光手术、年龄等多种因素而改变。角膜屈光手术后球差增加,影响视觉质量<sup>[1-3]</sup>。本研究分析了中低度近视眼球差与低对比度视力间的相关关系,发现两者间的直线相关关系无统计学意义。分析原因可能是未经手术的角膜具有非球面性,即角膜中央曲率半径小、周边曲率半径逐渐增大,这使未手术眼的球差较小,故不影响眼的低对比度视力。另外,本文研究对象年龄为 18~35 岁,均较年轻,也是球差小而不影响低对比度视力的原因之一。

本研究发现,眼高阶像差中水平慧差与低对比度视力有关,垂直慧差、球差和其余 Zernike 函数与

低对比度视力无关。这提示我们,水平慧差是影响低对比度视力的重要高阶像差,对中低度近视眼,在矫正了离焦和散光之后,矫正水平慧差有望进一步提高低对比度视力。

## 参考文献

- 1 Tanabe T, Miyata K, Samejima T, Hirohara Y, Mihasi T. Influence of wavefront aberration and corneal subepithelial haze on low-contrast visual acuity after photorefractive keratectomy[J]. *Am J Ophthalmol* 2004;138(4):620-624.
- 2 Yamane N, Miyata K, Samejima T, Hiraoka T, Kiuchi T, Okamoto F, et al. Ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ keratomileusis[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45(11):3986-3990.
- 3 Oshika T, Tokunaga T, Samejima T, Miyata K, Kawana K. Influence of pupil diameter on the relation between ocular higher-order aberration and contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1334-1338.
- 4 Oshika T, Okamoto C, Samejima T, Tokunaga T, Miyata K. Contrast sensitivity function and ocular higher-order wavefront aberrations in normal human eyes[J]. *Ophthalmology* 2006;113(10):1807-1812.
- 5 Thibos LN, Applegate RA, Schwiegerling JT, Webb R. Standards for reporting the optical aberrations of eye[J]. *J Refract Surg* 2002;18:652-660.
- 6 朱双倩,王勤美,贺极苍. 正视眼和近视眼在明暗环境中不同对比度的视力比较[J]. 眼科新进展 *Yanke Xinzhan* 2006;26(7):529-531.
- 7 朱映芳,郭小健,王华,何书喜,陈蛟. 近视患者眼高阶像差分析[J]. 眼科新进展 *Yanke Xinzhan* 2005;25(3):254-256.
- 8 李仕明,周跃华. 暗适应下近视患者眼高阶像差分析[J]. 眼科新进展 *Yanke Xinzhan* 2006;26(8):605-610.
- 9 Wei RH, Lim L, Chan WK, Tan DT. Higher order ocular aberrations in eyes with myopia in a Chinese population[J]. *J Refract Surg* 2006;22(7):695-702.
- 10 Liou SW, Chiu CJ. Myopia and contrast sensitivity function[J]. *Curr Eye Res* 2001;22(2):81-84.
- 11 Chalita MR, Xu M, Krueger RR. Correlation of aberrations with visual symptoms using wavefront analysis in eyes after laser in situ keratomileusis[J]. *J Refract Surg* 2003;19(6):682-686.

## 新书介绍

由第四军医大学西京医院眼科、全军眼科研究所王雨生教授主编,第四军医大学从事眼科学和视觉科学临床和基础研究的一线科技人员撰写,四川大学华西眼科中心严密教授审阅、罗成仁教授作序,国内外第一本《脉络膜新生血管性疾病》一书已于2007年11月由人民卫生出版社正式出版。本书内容包括脉络膜新生血管性疾病的基础研究和临床诊疗两大部分,兼顾先进性和实用性,涉及了脉络膜新生血管发生和防治的基础理论研究进展、相关的实验室研究技术、临床检查技术和临床治疗方法等,并集中介绍了30余种脉络膜新生血管性疾病。编写者在各自的章节中都倾注了自己成功的经

验和失败的教训,尽力将自己的工作经验完整地表达出来,以期能为眼科学及相关领域的中高级医师、研究人员和研究生以及从事新生血管研究的临床和科研人员提供实际参考。该书120余万字,各种插图近400幅,采用80克无光铜版纸印刷,定价213元。本书在全国各地新华书店均有销售,邮购可与人民卫生出版社邮购部联系(电话:010-67605754;地址:北京市丰台区方庄芳群园三区3号楼;邮政编码:100078);或与第四军医大学西京医院眼科、全军眼科研究所倪娜老师联系(电话:029-84775376;地址:陕西省西安市长乐西路15号;邮政编码:710032)