

### 【近视专题】

席雷 鲍永珍

【中图分类号】 R778.1

近年来,近视的患病率逐年增加,患病人群的年龄趋向年轻化。研究发现,中国 11 ~ 17 岁的人群中近视的患病率达 49%<sup>[1]</sup>,15 ~ 25 岁人群中近视的患病率为 75%<sup>[2]</sup>,中国高校学生中近视的患病率高达 95%<sup>[3]</sup>。有关研究预计,2050 年全球近视的患病人数可达 50 亿,高度近视患者将达 9 亿余人<sup>[4]</sup>。近视的发病机制尚未完全明确,目前认为遗传因素、环境行为因素及长时间近距离用眼为近视发病的高危因素<sup>[5-7]</sup>。

近视,尤其是高度近视,可引起一系列眼部病变,如视网膜脱离、近视性黄斑病变、脉络膜新生血管、白内障、青光眼等,高度近视现已成为重要的致盲眼病之一。高阶像差可引起视觉质量下降,严重者可导致眩光、头晕、视物模糊及复视等症状。眼球高阶像差与近视的发展是否有相关性,高阶像差是否在近视发生发展中起重要作用,目前仍不明确。既往有关高度近视与高阶像差的相关性研究已有报道,但由于所研究人群的差异,目前研究结果仍无定论。本研究选取高度近视合并长眼轴(眼轴长≥26 mm)患者,对其高阶像差特点进行统计学分析,旨在探索轴性高度近视高阶像差的特点及高阶像差与眼屈光状态、眼轴长度的相关性,进一步探讨高阶像差在近视发生发展中的作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2017 年 7 月至 2018 年 1 月就诊于北京大学国际医院眼科的轴性高度近视患者共 30 例(30 眼),所有患者均选取右眼为研究对象。入选标准为<sup>[8]</sup>:年龄 18 ~ 40 岁;散瞳验光等效球镜度≤-6.00 D,散光度≤2.00 D;眼轴长度≥26 mm。所有患者均排除眼部外伤史、手术史、角膜病、瞳孔变形、白内障、严重玻璃体混浊、后巩膜葡萄肿及视网膜疾病等。

1.2 检查方法 (1)常规检查:受试者均由同一位医师于裂隙灯下检查眼表、角膜及晶状体情况,同时检测视力、眼压等。(2)眼轴测量:同一位医师利用 IOLMaster500 (德国 Carl Zeiss 公司,Version 7.3 型)测量患者眼轴长度,测量 3 次,取平均值。(3)眼部超声检查:所有入选者进行眼部 B 超检查,排除严重玻璃体混浊及后巩膜葡萄肿的患者。(4)高阶像差测量:利用 OPD-Scan III 光学视觉质量分析仪(日本 NIDEK 公司,Gagamori)在明光 4 mm 瞳孔直径与暗光 6 mm 瞳孔直径下检测角膜、眼内及全眼高阶像差。被检者取坐位,保持头位及眼位端正,睁大双眼,充分暴露角膜。(5)主观验光:受检者滴复方托吡卡胺滴眼液充分麻痹睫状肌后在综合验光仪(日本 TOPCON 公司,KR-800 型)下进行主观验光。

1.3 统计学处理 使用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析,应用配对样本 *t* 检验分析 4 mm 瞳孔直径与 6 mm 瞳孔直径下各高阶像差的差异。应用 Pearson 相

关性分析对角膜高阶像差、眼内高阶像差及全眼高阶像差与等效球镜度数和眼轴长度的相关性进行分析,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般状况 入选者共 30 例(30 眼),年龄为(29.90 ± 3.99)岁,眼轴长度为(26.77 ± 0.62) mm,眼压为 10 ~ 21 mmHg(1 kPa = 7.5 mmHg),等效球镜度为 -6.25 ~ -9.75(-7.91 ± 0.92) D,最佳矫正视力均≥1.0。

2.2 不同瞳孔直径下各高阶像差的差异 4 mm 瞳孔直径与 6 mm 瞳孔直径下眼部各高阶像差见表 1,不同瞳孔直径下角膜高阶像差与全眼高阶像差的比较见表 2。配对样本 *t* 检验结果示,6 mm 瞳孔直径下角膜高阶像差、眼内高阶像差、眼内球差、眼内彗差、眼内三叶草以及全眼高阶像差均比 4 mm 瞳孔直径下显著升高,差异均有统计学意义(均为 *P* < 0.001)。4 mm 瞳孔直径下角膜高阶像差与全眼高阶像差相比差异无统计学意义(*t* = 1.33, *P* = 0.193);6 mm 瞳孔直径下全眼高阶像差比角膜高阶像差显著降低(*t* = 3.49, *P* = 0.002)。4 mm 瞳孔直径、6 mm 瞳孔直径下全眼球差比角膜球差均显著降低,全眼三叶草比角膜三叶草均显著升高(均为 *P* < 0.001)。4 mm 瞳孔直径、6 mm 瞳孔直径下的角膜彗差与全眼彗差间差异均无统计学意义(均为 *P* > 0.05)。

表 1 4 mm 瞳孔直径与 6 mm 瞳孔直径下眼部各高阶像差的比较

项目	像差/μm		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	4 mm 瞳孔直径	6 mm 瞳孔直径		
角膜高阶像差	0.125 ± 0.040	0.422 ± 0.110	18.47	<0.001
眼内高阶像差	0.140 ± 0.042	0.348 ± 0.101	14.88	<0.001
眼内球差	0.041 ± 0.026	0.160 ± 0.097	7.96	<0.001
眼内彗差	0.070 ± 0.034	0.209 ± 0.104	9.24	<0.001
眼内三叶草	0.082 ± 0.043	0.146 ± 0.067	8.71	<0.001
全眼高阶像差	0.136 ± 0.052	0.341 ± 0.109	13.32	<0.001

表 2 4 mm 瞳孔直径与 6 mm 瞳孔直径下角膜高阶像差与全眼高阶像差的比较

项目	4 mm 瞳孔直径像差/μm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	6 mm 瞳孔直径像差/μm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
角膜球差	0.054 ± 0.019	7.17	<0.001	0.267 ± 0.063	11.29	<0.001
全眼球差	0.027 ± 0.017			0.128 ± 0.087		
角膜彗差	0.070 ± 0.047	1.37	0.182	0.228 ± 0.144	2.01	0.054
全眼彗差	0.057 ± 0.026			0.164 ± 0.075		
角膜三叶草	0.060 ± 0.031	3.61	0.001	0.157 ± 0.087	3.74	0.001
全眼三叶草	0.097 ± 0.058			0.209 ± 0.109		

2.3 相关性分析 Pearson 相关分析结果示,4 mm 瞳孔直径下、6 mm 瞳孔直径下,角膜高阶像差、眼内高阶像差、眼内球差、眼内彗差、眼内三叶草、全眼高阶像差、全眼球差、全眼彗差、全眼三叶草与等效球镜度数和眼轴长度均无显著相关性(均为 *P* >

0.05),见表3、表4。

表3 4 mm 瞳孔直径与6 mm 瞳孔直径下各高阶像差与等效球镜度数的相关性

项目	4 mm 瞳孔直径		6 mm 瞳孔直径	
	r 值	P 值	r 值	P 值
角膜高阶像差	-0.100	0.599	-0.188	0.320
眼内高阶像差	0.013	0.944	-0.012	0.950
眼内球差	-0.086	0.652	0.169	0.372
眼内彗差	0.126	0.508	-0.115	0.546
眼内三叶草	-0.150	0.429	-0.145	0.445
全眼高阶像差	0.003	0.989	0.049	0.796
全眼球差	-0.251	0.181	-0.302	0.105
全眼彗差	-0.055	0.774	0.187	0.322
全眼三叶草	0.024	0.899	0.119	0.532

表4 4 mm 瞳孔直径与6 mm 瞳孔直径下各高阶像差与眼轴长度的相关性

项目	4 mm 瞳孔直径		6 mm 瞳孔直径	
	r 值	P 值	r 值	P 值
角膜高阶像差	-0.045	0.258	-0.024	0.901
眼内高阶像差	-0.144	0.447	-0.096	0.614
眼内球差	0.103	0.588	-0.058	0.760
眼内彗差	-0.195	0.303	-0.101	0.594
眼内三叶草	-0.073	0.702	0.080	0.674
全眼高阶像差	-0.120	0.528	-0.047	0.804
全眼球差	0.253	0.177	0.249	0.185
全眼彗差	0.010	0.958	-0.115	0.544
全眼三叶草	-0.187	0.323	-0.147	0.438

3 讨论

高阶像差与近视发生发展的相关性至今仍未得出一致的结论。有研究认为,高阶像差可引起视网膜成像模糊,对比敏感度降低,在一定程度上导致近视的发生与进展<sup>[9-11]</sup>。也有研究发现,近视患者的眼高阶像差与正视眼相比无显著差异<sup>[12-13]</sup>。高度近视多数由眼轴增长所致,因此,对轴性高度近视患者全眼高阶像差进行研究,分析高度近视眼高阶像差的特点、高阶像差与近视屈光度及眼轴长度的相关性,对了解高阶像差在高度近视发生发展中的作用具有一定的意义。

本研究中6 mm 瞳孔直径下角膜高阶像差、眼内高阶像差及全眼高阶像差均比4 mm 瞳孔直径下显著升高,其原因也许归于视觉系统在大瞳孔下高阶像差表现更加明显,从而导致角膜、眼内高阶像差的增加,此外,大瞳孔与小瞳孔时瞳孔中心的轻微改变可能一定程度上引起高阶像差的变化。Hiraoka等<sup>[14]</sup>研究发现,儿童睫状肌麻痹后眼内及全眼高阶像差显著增加,然而角膜高阶像差无显著增加,其结果的差异也许由研究人群的年龄、睫状肌麻痹剂的使用和眼屈光度数不同引起的。

本研究发现,轴性高度近视患者4 mm 瞳孔直径

下角膜高阶像差占全眼高阶像差的近92%,Karimi-an等<sup>[15]</sup>报道,正常眼全眼高阶像差的90%由角膜高阶像差引起,与本文结果一致。可见,角膜高阶像差是全眼高阶像差的主要来源,角膜屈光手术设计及白内障手术人工晶状体选择时尽可能减少角膜高阶像差,可能有助于提高术后视觉质量。Hiraoka等<sup>[16]</sup>研究认为,角膜高阶像差与近视的进展最相关,在近视的进展中起重要作用。本研究结果示,轴性高度近视患者6 mm 瞳孔直径下全眼高阶像差低于角膜高阶像差,差异有统计学意义,提示眼内高阶像差对角膜高阶像差有一定的补偿作用。此外我们还发现,4 mm 瞳孔直径、6 mm 瞳孔直径下全眼球差与彗差均比角膜球差与彗差降低,提示眼内球差也许在角膜高阶像差的补偿中起重要作用。

眼部高阶像差与屈光度数的相关性至今仍未得出一致的结论。国外对中低度近视患者的研究发现,近视患者眼球高阶像差与眼部屈光度数无关系<sup>[13,17-18]</sup>,也有研究发现近视眼高阶像差与眼部屈光度数有相关性,近视度数越深高阶像差越大<sup>[10-11,19-20]</sup>。本研究结果示,轴性高度近视患者眼部各高阶像差与等效球镜度数均无显著相关性。研究结果的差异可能与所研究人群的样本大小、患者年龄、近视度数大小、眼压、角膜曲率及前房深度等的差异有关。高度近视患者的眼轴增长也许是为减少高阶像差的一种适应性变化,进而引起高阶像差与近视屈光度数大小无统计学意义上的相关性。

球差是眼球重要的高阶像差,球差可增加景深,也可造成视网膜尤其是黄斑区的成像模糊,进而导致调节反应的准确性下降<sup>[21-22]</sup>。Karimian等<sup>[15]</sup>研究发现,近视患者全眼球差与等效球镜度数呈显著负相关;Kasahara等<sup>[23]</sup>对病理性近视患者高阶像差的研究同样显示球差与等效球镜度数呈显著负相关关系。本研究4 mm 瞳孔直径下眼内球差以及4 mm 瞳孔直径、6 mm 瞳孔直径下全眼球差与等效球镜度数虽无统计学意义上的相关性,但相关系数均为负值。推测球差也许在近视的发病中起重要的作用,对近视患者眼部球差的检测也许可以对近视的进展提供有价值的信息。

本研究相关性分析发现,4 mm 瞳孔直径与6 mm 瞳孔直径下角膜高阶像差、眼内高阶像差及全眼高阶像差与眼轴长度虽未见统计学意义上的相关性,但相关系数为负值,这一结果提示,轴性高度近视的眼轴增长也许是为了减少高阶像差、提高视觉清晰度的一种适应性变化。Little等<sup>[24]</sup>对屈光不正儿童的研究发现,5 mm 瞳孔直径时,球差与眼轴长度呈负相关,认为眼轴增长对减少球差起重要作用。

综上所述,轴性高度近视患者6 mm 瞳孔直径下角膜、眼内及全眼高阶像差均比4 mm 瞳孔直径下显著升高,瞳孔大小对眼高阶像差有明显的影响,高度近视患者屈光手术前瞳孔大小的检查对避免术后高

阶像差对视觉质量的影响有重要作用。眼内球差的变化也许能对预测近视的进展提供有价值的信息。轴性高度近视患者的眼轴增长也许是提高视网膜成像质量的一种适应性变化。

## 参考文献

- [1] HE M, ZENG J, LIU Y, XU J, POKHAREL G P, ELLWEIN L B. Refractive error and visual impairment in urban children in southern China[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2004, 45(3): 793-799.
- [2] HOLDEN B, SANKARIDURG P, SMITH E, ALLER T, JONG M, HE M. Myopia, an underrated global challenge to vision; where the current data takes us on myopia control[J]. *Eye (Lond)*, 2014, 28(2): 142-146.
- [3] SUN J, ZHOU J, ZHAO P, LIAN J, ZHU H, ZHOU Y, et al. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(12): 7504-7509.
- [4] HOLDEN B A, FRICKE T R, WILSON D A, JONG M, NAIDOO K S, SANKARIDURG P, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042.
- [5] FRENCH A N, MORGAN I G, MITCHELL P, ROSE K A. Risk factors for incident myopia in Australian schoolchildren; the Sydney adolescent vascular and eye study[J]. *Ophthalmology*, 2013, 120(10): 2100-2108.
- [6] MUTTI D O, MITCHELL G L, MOESCHBERGER M L, JONES L A, ZADNIK K. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002, 43(12): 3633-3640.
- [7] IP J M, SAW S M, ROSE K A, MORGAN I G, KIFLEY A, WANG J J, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49(7): 2903-2910.
- [8] HE M, WANG W, RAGOONUNDUN D, HUANG W. Meta-analysis of the association between lumican gene polymorphisms and susceptibility to high myopia[J]. *PLoS One*, 2014, 9: e98748.
- [9] CHARMAN W N. Aberrations and myopia[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2005, 25(4): 285-301.
- [10] HE J C, SUN P, HELD R, THORN F, SUN X, GWIAZDA J E. Wavefront aberrations in eyes of emmetropic and moderately myopic school children and young adults[J]. *Vision Res*, 2002, 42(8): 1063-1070.
- [11] MARCOS S, BARBERO S, LLORENTE L. The sources of optical aberrations in myopic eyes[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002, 43(6): 1510.
- [12] LI T, ZHOU X, CHEN Z, ZHOU X, CHU R, HOFFMAN M R. Relationship between ocular wavefront aberrations and refractive error in Chinese school children[J]. *Clin Exp Optom*, 2012, 95(4): 399-403.
- [13] CHENG X, BRADLEY A, HONG X, THIBOS L N. Relationship between refractive error and monochromatic aberrations of the eye[J]. *Optom Vis Sci*, 2003, 80(1): 43-49.
- [14] HIRAOKA T, MIYATA K, NAKAMURA Y, OGATA M, OKAMOTO F, OSHIKA T. Influence of cycloplegia with topical cyclopentolate on higher-order aberrations in myopic children[J]. *Eye (Lond)*, 2014, 28(5): 581-586.
- [15] KARIMIAN F, FEIZI S, DOOZANDE A. Higher-order aberrations in myopic eyes[J]. *J Ophthalmic Vis Res*, 2010, 5(1): 3-9.
- [16] HIRAOKA T, KOTSUKA J, KAKITA T, OKAMOTO F, OSHIKA T. Relationship between higher-order wavefront aberrations and natural progression of myopia in schoolchildren[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 7876.
- [17] CARKEET A, LUO H D, TONG L, SAW S M, TAN D T. Refractive error and monochromatic aberrations in Singaporean children[J]. *Vision Res*, 2002, 42(14): 1809-1824.
- [18] ATCHISON D A, SCHMID K L, PRITCHARD N. Neural and optical limits to visual performance in myopia[J]. *Vision Res*, 2006, 46(21): 3707-3722.
- [19] PAQUIN M P, HAMAM H, SIMONET P. Objective measurement of optical aberrations in myopic eyes[J]. *Optom Vis Sci*, 2002, 79(5): 285-291.
- [20] ZHANG N, YANG X B, ZHANG W Q, LIU L Q, DONG G J, CHEN T W, et al. Relationship between higher-order aberrations and myopia progression in schoolchildren; a retrospective study[J]. *Int J Ophthalmol*, 2013, 6(3): 295-299.
- [21] PLAINIS S, GINIS H S, PALLIKARIS A. The effect of ocular aberrations on steady-state errors of accommodative response[J]. *J Vis*, 2005, 5(5): 466-477.
- [22] VASUDEVAN B, FISHER B, CASE B, LAM P, WAYMAN J. Progression of lower and higher-order aberrations; a longitudinal study[J]. *BMC Ophthalmol*, 2015, 15: 11.
- [23] KASAHARA K, MAEDA N, FUJIKADO T, TOMITA M, MORIYAMA M, FUCHIHATA M, et al. Characteristics of higher-order aberrations and anterior segment tomography in patients with pathologic myopia[J]. *Int Ophthalmol*, 2017, 37(6): 1279-1288.
- [24] LITTLE J A, MCCULLOUGH S J, BRESLIN K M, SAUNDERS K J. Higher order ocular aberrations and their relation to refractive error and ocular biometry in children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014, 55(8): 4791-4800.