

青少年高度近视患者高阶像差和屈光度及眼部结构参数的相关性

王倩茹¹, 李雪¹, 杨帆¹, 杜春宇¹, 冯子卿²

引用:王倩茹,李雪,杨帆,等. 青少年高度近视患者高阶像差和屈光度及眼部结构参数的相关性. 国际眼科杂志 2020;20(5):860-864

作者单位:¹(150001)中国黑龙江省哈尔滨市,哈尔滨医科大学附属第一医院眼科视光中心;²(510000)中国广东省广州市,中山大学中山眼科中心

作者简介:王倩茹,哈尔滨医科大学附属第一医院在读硕士研究生,研究方向:眼视光学。

通讯作者:李雪,博士后,副主任医师,硕士研究生导师,研究方向:眼视光学. 13351282838@163.com

收稿日期:2019-11-08 修回日期:2020-04-14

摘要

目的:观察青少年高度近视患者高阶像差、屈光度、眼部结构参数及其相关性。

方法:横断面研究。选取2019-07/09在我院视光学中心验光门诊就诊的青少年高度近视患者116例116眼,均进行主觉验光,检测眼轴和眼压,并采用Sirius三维眼前节分析仪测量高阶像差[总像差(RMSg)、总高阶像差(RMSH)、Z22(90°/180°方向散光)、Z33(三叶草 Trefoil)、Z31(水平位彗差)、Z40(球差)、三阶~七阶像差(RMS3~RMS7)]、角膜曲率(角膜最小屈光力K1、角膜最大屈光力K2、角膜平均屈光力Km)、中央角膜厚度(CCT)、前房深度(ACD)、前房角(ACA),分析上述眼部参数之间的相关性。

结果:青少年高度近视患者屈光度与眼轴呈负相关($r = -0.400, P < 0.001$);眼轴与前房深度呈正相关($r = 0.433, P < 0.05$),与角膜曲率(K1、K2、Km)呈负相关($P < 0.05$);总高阶像差与屈光度呈负相关($r = -0.189, P < 0.05$),与眼轴呈负相关($r = -0.228, P < 0.05$);各高阶像差与球镜度无相关性($P > 0.05$),球差Z40与角膜曲率(K1、K2、Km)呈正相关($P < 0.05$),未发现高阶像差与CCT、ACD、ACA具有相关性。

结论:青少年高度近视患者随着近视程度的增加,眼轴及总高阶像差增加,且总高阶像差与眼轴呈负相关,眼轴的增长可能是减少高阶像差的一种代偿方式,促进近视的发展。

关键词:高度近视;青少年;高阶像差;屈光度;眼轴

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2020.5.26

Study on the correlation of high-order aberrations, diopters and structural parameters in adolescents with high myopia

Qian-Ru Wang¹, Xue Li¹, Fan Yang¹, Chun-Yu Du¹, Zi-Qing Feng²

¹Department of Ophthalmology, the Center of Optometry of the First

Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China; ²Zhongshan Eye Center of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

Correspondence to: Xue Li. Department of Ophthalmology, the Center of Optometry of the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China. 13351282838@163.com

Received:2019-11-08 Accepted:2020-04-14

Abstract

• AIM: To observe the high-order aberrations, diopters, ocular structural parameters and their correlation in adolescents with high myopia.

• METHODS: Cross sectional study. Totally 116 adolescent high myopia patients (116 eyes) were selected from the Center of Optometry of the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University on July 9, 2019. The axial length and intraocular pressure were measured. The high-order aberrations (RMSg, RMSH, Z22, Z33, Z31, Z40, RMS3-RMS7), corneal curvature (minimum K1, maximum K2, average km), central cornea thickness (CCT), anterior chamber depth (ACD) and anterior chamber angle (ACA) were measured with Sirius three-dimensional anterior segment analyzer. The correlation between the above eye parameters was analyzed.

• RESULTS: There was a significant negative correlation between diopter and axial length ($r = -0.400, P < 0.001$); a positive correlation between axial length and anterior chamber depth ($r = 0.433, P < 0.05$), a negative correlation between axial length and corneal curvature (K1, K2, Km) ($P < 0.05$); a negative correlation between total higher-order aberrations and diopter ($r = -0.189, P < 0.05$), which was negatively correlated with the axial length ($r = -0.228, P < 0.05$). There was no correlation between the higher-order aberrations and the sphericity ($P > 0.05$), Z40 was positively correlated with the corneal curvature (K1, K2, Km) ($P < 0.05$), and no correlation between higher-order aberrations and CCT, ACD, ACA was found.

• CONCLUSION: With the increase of myopia degree, the axial length and total higher-order aberrations of adolescent high myopia increase, and the total higher-order aberrations are negatively correlated with the axial length. The increase of axial length may be a compensatory way to reduce the high-order aberrations and promote the development of myopia.

• KEYWORDS: high myopia; adolescence; high-order aberrations; diopter; axial length

Citation: Wang QR, Li X, Yang F, et al. Study on the correlation of high-order aberrations, diopters and structural parameters in adolescents with high myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2020; 20(5):860-864

0 引言

青少年高度近视已经成为全球关注的公共问题,2006~2015年北京市海淀区初中生高度近视患病率从3.96%上升到6.69%,且患病率呈逐年上升趋势^[1]。高度近视引起的青光眼、眼底病变、弱视等并发症对视觉质量有着巨大的影响。高度近视患者随着屈光度增加,眼球结构发生变化,这些改变是否会影响视觉质量尚不明确。视觉质量的评估指标包括视力、对比度视力、对比敏感度、像差、视野等指标,其中像差是影响视觉质量的一个重要原因,严重者可导致眩光、头晕、视物模糊及复视等症状。本研究旨在观察青少年高度近视患者眼部结构参数的改变,分析高阶像差、屈光度、眼轴的相关性,以期为青少年高度近视的防控提供参考。

1 对象和方法

1.1 对象 横断面研究。选取2019-07/09在我院视光学中心验光门诊就诊的青少年高度近视患者116例116眼(本研究仅纳入右眼数据进行分析),其中男56例,女60例,年龄6~17(平均13.3±2.1)岁。纳入标准:(1)年龄<18岁;(2)复方托吡卡胺滴眼液每10min散瞳1次,散瞳3次后,由同一位专业验光医师行主觉验光,双眼等效球镜度(SE)≥-6.00D,散光度0~-5.00D,矫正视力≥5.0(相当于LogMAR视力0)。排除标准:(1)合并青光眼、白内障、眼底出血、圆锥角膜及全身免疫性疾病的患者;(2)近1mo有硬性角膜接触镜配戴史,近2wk有软性角膜接触镜配戴史。本研究已通过我院伦理委员会批准,所有患者及其监护人均对本研究知情同意并签署同意书。

1.2 方法 所有患者均进行主觉验光,检测球镜度(spherical,S)、柱镜度(cylinder,C),并计算屈光度即等效球镜度(spherical equivalent,SE), $SE = S + 1/2C$ 。采用超声眼科专用诊断仪测量眼轴长度(AL),测量3次取平均值。采用非接触式眼压计测量眼压(IOP),测量3次取平均值。采用Sirius三维眼前节分析仪测量高阶像差、角膜曲率(角膜最小屈光力K1、角膜最大屈光力K2、角膜平均屈光力Km)、中央角膜厚度(CCT)、前房深度(ACD)、前房角(ACA),高阶像差检测时于暗环境中拍摄,嘱被检者下颌置于颌托上,额部顶靠额托,注视正前方指示灯,嘱患者瞬目后睁大双眼,立即对焦,自动测量获得有效图像,避免角膜被睫毛或眼睑遮挡及泪膜破裂的影响,选取成像质量大于95%的测量结果,在5mm瞳孔情况下进行数据分析,以均方根(root mean square,RMS)值作为结果,检测RMSg(总像差)、RMSH(总高阶像差)、Z22(90°/180°方向散光)、Z33(三叶草Trefoil)、Z31(水平位彗差)、Z40(球差)、RMS3~RMS7(三阶~七阶像差)。

统计学分析:采用SPSS 22.0软件对相关数据进行处理。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用Kolmogorov-Smirnov检验进行数据的正态分布检验,符合正态分布的数据采用Pearson相关分析,不符合正态分布则采用Spearman相关分析。采用多元回归分析评估眼轴、屈光度的相关影响因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 眼部参数 本研究纳入患者116例116眼的眼部参数检查结果见表1、2,各高阶像差RMS值随着阶数增加呈递减趋势,阶数越高,像差越小。

表1 本研究纳入患者屈光度及眼部结构参数情况

眼部参数	范围	$\bar{x} \pm s$
球镜度(D)	-5.00~-13.75	-7.29±1.27
柱镜度(D)	0~-5.00	-1.32±1.16
SE(D)	-6.00~-14.625	-7.95±1.45
AL(mm)	24.31~28.44	26.12±0.89
角膜曲率(D)		
K1	35.59~46.65	42.94±1.61
K2	40.89~49.56	44.69±1.66
Km	40.07~43.80	43.80±1.53
CCT(μm)	463~635	552.82±34.81
ACD(mm)	2.88~3.78	3.36±0.18
ACA(°)	23~74	59.91±7.56
IOP(mmHg)	8.40~31.00	18.03±3.18

表2 本研究纳入患者高阶像差情况

高阶像差	范围	$M(P25, P75)$	μm
RMSg	0.18~2.41	0.95(0.69, 1.37)	
RMSH	0.05~1.09	0.24(0.20, 0.32)	
Z22	0.12~3.35	0.91(0.64, 1.33)	
Z33	0.00~0.78	0.13(0.08, 0.19)	
Z31	0.02~0.69	0.13(0.08, 0.19)	
Z40	0.00~0.19	0.08(0.05, 0.11)	
RMS3	0.08~1.47	0.25(0.20, 0.36)	
RMS4	0.05~0.51	0.18(0.14, 0.23)	
RMS5	0.03~0.30	0.08(0.06, 0.12)	
RMS6	0.00~0.24	0.06(0.05, 0.08)	
RMS7	0.01~0.18	0.05(0.04, 0.06)	

2.2 高阶像差与年龄及眼部结构参数的相关性分析 Spearman相关性分析结果显示(表3),RMS5与年龄呈负相关($r_s = -0.218, P < 0.05$);高阶像差与球镜度无相关性(均 $P > 0.05$);RMSg、RMSH、Z33、RMS3、RMS5、RMS6、RMS7与柱镜度均呈负相关($r_s = -0.838, -0.279, -0.239, -0.225, -0.248, -0.242, -0.240$,均 $P < 0.05$);RMSg、RMSH、Z40、RMS4、RMS6、RMS7与SE均呈负相关($r_s = -0.322, -0.189, -0.194, -0.203, -0.223, -0.191$,均 $P < 0.05$);RMSH与AL呈负相关($r_s = -0.228, P < 0.05$);RMSH、Z40、RMS4、RMS6与K1均呈正相关($r_s = 0.203, 0.326, 0.218, 0.185$,均 $P < 0.05$),Z31与K1呈负相关($r_s = -0.214, P < 0.05$);RMSg、RMSH、Z31、Z40、RMS4、RMS6、RMS7与K2均呈正相关($r_s = 0.421, 0.325, 0.226, 0.365, 0.251, 0.290, 0.199$,均 $P < 0.05$);RMSg、RMSH、Z31、Z40、RMS4、RMS6与Km均呈正相关($r_s = 0.227, 0.267, 0.209, 0.347, 0.217, 0.250$,均 $P < 0.05$)。此外,高阶像差与CCT、ACD、ACA均无相关性。

2.3 屈光度与眼部结构参数的相关性 Pearson相关分析结果显示(表4),SE与年龄、AL、K2、Km均呈负相关($P < 0.05$),与CCT、IOP、ACD、ACA、K1均无相关性($P > 0.05$),且随着眼轴的增长,近视程度加深(图1)。将年龄、AL、K1、K2、Km纳入多元回归分析,以 $P < 0.05$ 表示对屈光度有影响,得到公式 $SE = -1.232 \times AL - 0.602 \times K2 + 51.184$,该回归方程有统计学意义($F = 52.391, P < 0.001$)。

表3 高阶像差与年龄及眼部结构参数的相关性分析

高阶像差	相关性分析	年龄	球镜度	柱镜度	SE	AL	K1	K2	Km
RMSg	r_s	-0.028	0.056	-0.838	-0.322	-0.089	0.022	0.421	0.227
	P	0.761	0.553	<0.001	<0.001	0.353	0.813	<0.001	0.014
RMS _h	r_s	0.009	-0.054	-0.279	-0.189	-0.228	0.203	0.325	0.267
	P	0.924	0.562	0.002	0.042	0.016	0.029	<0.001	0.004
Z33	r_s	0.071	-0.053	-0.239	-0.171	-0.039	-0.060	0.072	0.023
	P	0.449	0.574	0.010	0.066	0.682	0.522	0.441	0.809
Z31	r_s	0.003	-0.009	-0.134	-0.089	-0.185	-0.214	0.226	0.209
	P	0.970	0.928	0.151	0.344	0.052	0.021	0.015	0.025
Z40	r_s	0.125	-0.152	-0.058	-0.194	-0.101	0.326	0.365	0.347
	P	0.181	0.103	0.537	0.037	0.291	<0.001	<0.001	<0.001
RMS3	r_s	0.069	-0.058	-0.225	-0.171	-1.850	-0.060	0.072	0.023
	P	0.464	0.538	0.015	0.066	0.052	0.522	0.441	0.809
RMS4	r_s	0.110	-0.139	-0.097	-0.203	-1.040	0.218	0.251	0.217
	P	0.239	0.136	0.302	0.029	0.279	0.019	0.007	0.019
RMS5	r_s	-0.218	0.106	-0.248	-0.026	-0.102	0.093	0.180	0.152
	P	0.019	0.256	0.007	0.785	0.285	0.319	0.054	0.103
RMS6	r_s	0.065	-0.112	-0.242	-0.223	-0.142	0.185	0.290	0.250
	P	0.488	0.230	0.009	0.016	0.138	0.046	0.002	0.007
RMS7	r_s	-0.109	-0.057	-0.240	-0.191	-0.015	0.086	0.199	0.162
	P	0.243	0.542	0.009	0.040	0.872	0.361	0.032	0.083

表4 屈光度与年龄及眼部结构参数的相关性分析

相关性分析	年龄	AL	K1	K2	Km	CCT	IOP	ACD	ACA
r	-0.281	-0.400	-0.181	-0.292	-0.226	0.101	0.156	0.044	0.006
P	0.002	<0.001	0.052	0.001	0.015	0.280	0.108	0.689	0.952

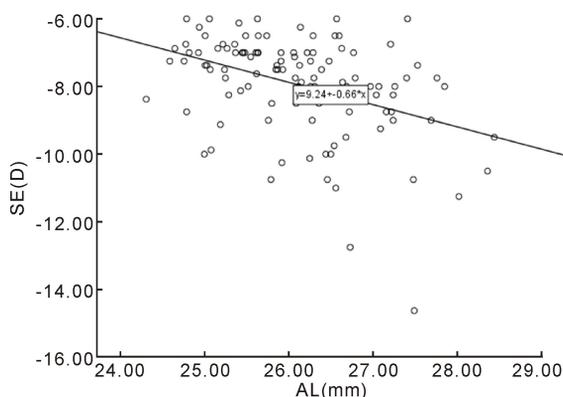


图1 屈光度与眼轴的相关性散点图。

2.4 眼轴与眼部结构参数的相关性 Pearson 相关分析结果显示,AL 与年龄、球镜度、K1、K2、Km、ACD 具有相关性 ($r=0.280, -0.445, -0.500, -0.518, -0.576, 0.433$, 均 $P<0.01$), 与 CCT、IOP、ACA 均无相关性 ($P>0.05$)。将上述相关因素纳入多元回归分析,以 $P<0.05$ 表示对 AL 有影响,得到回归方程 $AL = -0.405 \times Km - 0.315 \times$ 球镜度 $+2.027 \times ACD + 34.513$ ($R^2 = 0.757$),表明随着眼轴的增长,角膜曲率相对平坦,前房深度增加。

3 讨论

高度近视被定义为屈光度 $\geq -6.00D$,可引起各种视网膜疾病,如脉络膜视网膜萎缩、脉络膜新生血管和黄斑裂孔等,其与父母近视、近视基线年龄偏小、长时间阅读和近距离工作、儿童期户外活动减少有关^[2]。本研究选取

116 例青少年高度近视患者为研究对象,观察青少年高度近视患者高阶像差、屈光度、眼部结构参数的变化及其相关性。

屈光度是由角膜、晶状体、眼轴、房水和玻璃体的屈光指数等相互作用的综合结果。本研究发现, $SE = -1.232 \times AL - 0.602 \times K2 + 51.184$,表明眼轴在高度近视发展过程中起重要作用。眼轴增长机制目前尚不明确,有研究表明环境因素如大量的近距离工作可导致眼轴的增长,促进近视发展^[3]。此外,角膜曲率与屈光度相关,随着角膜曲率变陡峭,屈光度增加。此外,我们发现青少年高度近视患者 K1 与 CCT 呈负相关 ($r = -0.234, P = 0.012$),即较高的角膜曲率角膜往往较薄,这与 Muthu Krishnan 等^[4]对角膜厚度与角膜曲率的研究结果一致。

本研究纳入患者平均眼轴为 $26.12 \pm 0.89mm$,远高于山东省 6364 名 4~18 岁青少年眼轴 ($23.45 \pm 1.20mm$)^[5]。Larsen^[6]报道屈光度为 $-5.00D$ 的患者 (1852 眼)在 13 岁时眼轴已达至成年人水平,表明高度近视的形成与眼轴增长密切相关。本研究采用相关分析发现,眼轴与年龄呈正相关,分析可能与青少年身高、体质量、随着年龄的增长用眼程度增加等有关。Pärssinen 等^[2]研究也表明,基线眼轴越长的高度近视患者,随着年龄的增长,眼轴增加量越多。同时,我们发现,眼轴与角膜曲率呈负相关,表明随着眼轴的增加,角膜曲率变平坦。Lee 等^[7]也发现高度近视患者角膜曲率显著降低。此外,眼轴与前房深度呈正相关,与眼压、前房角无关。然而 Chung 等^[8]报道,中

度近视眼的前房深度随着眼轴的增加而增加,而高度近视眼的前房深度并无进一步增加,这可能是眼轴过度延长导致前房形态改变所致。高度近视与开角型青光眼密切相关, Yang 等^[9]对中国儿童非接触眼压的相关因素研究发现,眼压和眼轴呈正相关,即眼轴较长的患者具有较高的眼压,因此高眼压和长眼轴会让人怀疑儿童期高眼压是否会导致眼球扩张,从而导致眼轴的延长^[10]。本研究中发现眼轴与眼压具有相关性,与 Edwards 等^[11]对进展期近视患者非接触眼压的研究结果一致,分析可能与纳入患者年龄偏小,受角膜生物力学影响及眼球自身代偿有关。

人眼是一个具有不同像差的复杂光学系统,这些像差是影响视觉质量的重要因素,像差常分为低阶像差(近视、远视、散光)和高阶像差(三阶及以上像差),其中低阶像差占有波像差的 90% 以上,高阶像差只占像差的一小部分^[12-13],低阶像差可以通过传统框架眼镜或接触镜矫正,但残留的高阶像差难以通过传统戴镜矫正^[14],所以高阶像差对视觉质量的影响也成为研究的重点。

本研究应用的 Sirius Scheimpflug-Placido 三维眼前节分析仪结合了旋转 Scheimpflug 相机和 Placido 磁盘技术,在一次扫描中可获得眼前段成像、前后角膜地形图、波前像差和角膜厚度的测量^[15],操作简单快速,由于患者年龄较小,从而可有效避免主观误差。眼球高阶像差与屈光度的相关性至今仍未得出一致的结论,既往研究表明高阶像差与屈光不正类型之间没有显著的相关性^[16-17],然而 Kasahara 等^[18]对病理性近视患者的高阶像差进行评估发现,高度近视眼由于眼内像差的增加而比正视眼有更多的高阶像差, Choi 等^[19]研究发现青少年散光与角膜高阶像差显著相关,即散光越大,高阶像差增加,对视觉质量产生影响。本研究发现,高阶像差与球镜度无相关性,多数高阶像差与柱镜度、等效球镜、角膜曲率相关,其中 RMS5 与年龄呈负相关,且总高阶像差随着近视程度的增加而增加,与眼轴呈负相关,故认为眼轴增长对减少高阶像差具有重要作用,眼轴增长可能作为减少高阶像差的一种代偿方式,促进近视的发展。高阶像差与角膜曲率的相关性说明角膜形态对视觉质量具有重要影响。

球差对视觉质量有明显的影响,研究表明球差是调节过程中导致图像质量变化的主要高阶像差^[20],球差可增加景深,同时可造成视网膜尤其是黄斑区成像模糊,进而导致调节反应的准确性下降^[21]。本研究中,球差(Z40)与等效球镜、角膜曲率相关,即高度近视眼随着近视程度及角膜曲率的增加,球差增加,但与眼轴无显著相关性。然而, Little 等^[22]对北爱尔兰青少年屈光不正和高阶像差的研究发现,5mm 瞳孔直径时,球差与眼轴长度显著相关,随着眼轴的增长,球差减小,轴性高度近视的眼轴增长也许是为了减少球差、提高视觉清晰度的一种适应性变化; Anbar 等^[23]对不同屈光度患者的研究发现,高度远视与其他屈光度患者比较,球差最低,且表明球差与屈光度非线性关系,分析可能与眼部球差与屈光状态是处在动态变化有关。彗差、三叶草像差也是影响视觉质量的高阶像差, Zhao 等^[24]认为三阶像差是影响中低频视觉质量的主要因素, Z33(三叶草 Trefoil)、Z31(水平位彗差)和 Z51 是影响视觉敏感度的主要成分。本研究未发现三阶像差、Z31 与屈光度、眼轴的相关性,可能是由于本研究中受检者年龄、

瞳孔分析直径、屈光度分布、像差测量仪器等差异所致。

本研究为横断面研究,分析了青少年高度近视患者眼部结构参数和高阶像差的特征及其关系,为青少年高度近视的防控提供了理论依据。由于高度近视伴随着眼球结构的不断变化,关于高度近视视觉质量的研究仍需要前瞻性纵向研究进一步探索。

参考文献

- Li Y, Liu J, Qi P. The increasing prevalence of myopia in junior highschool students in the Haidian District of Beijing, China; a 10-year population-based survey. *BMC Ophthalmol* 2017; 17(1): 88
- Pärssinen O, Kauppinen M. Risk factors for high myopia; a 22-year follow-up study from childhood to adulthood. *Acta Ophthalmol* 2019; 97(5): 510-518
- Tideman JW, Snabel MC, Tedja MS, et al. Association of Axial Length With Risk of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. *JAMA Ophthalmol* 2016; 134(12): 1355-1363
- Muthu Krishnan V, Jayalatha K, Vijayakumar C. Correlation of Central Corneal Thickness and Keratometry with Refraction and Axial Length: A Prospective Analytic Study. *Cureus* 2019; 11(1): e3917
- Lu TL, Wu JF, Ye X, et al. Axial Length and Associated Factors in Children: The Shandong Children Eye Study. *Ophthalmologica* 2016; 235(2): 78-86
- Larsen JS. The sagittal growth of the eye. IV. ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty. *Acta Ophthalmol* 1971; 49(6): 873-886
- Lee MW, Lee SE, Lim HB, et al. Longitudinal changes in axial length in high myopia: a 4-year prospective study. *Br J Ophthalmol* 2019 [Epub ahead of print]
- Chung HJ, Park CK. The distinct biometric features of high myopia compared to moderate myopia. *Curr Eye Res* 2016; 41(12): 1580-1583
- Yang DY, Guo K, Wang Y, et al. Intraocular pressure and associations in children. The Gobi Desert Children Eye Study. *PLoS One* 2014; 9: e109355
- Pruett RC. Progressive myopia and intraocular pressure: what is the linkage? A literature review. *Acta Ophthalmol* 1988; 185: 117-127
- Edwards MH, Brown B. IOP in myopic children: the relationship between increases in IOP and the development of myopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 1996; 16(3): 243-246
- Lombardo M, Lombardo G. Wave aberration of human eyes and new descriptors of image optical quality and visual performance. *Cataract Refract Surg* 2010; 36(2): 313-331
- Hofer H, Chen L, Yoon GY, et al. Improvement in retinal image quality with dynamic correction of the eye's aberrations. *Opt Express* 2001; 8(11): 631-643
- Thibos LN. Retinal image quality for virtual eyes generated by a statistical model of ocular wavefront aberrations. *Ophthalmic Physiol Opt* 2009; 29(3): 288-291
- Bayhan HA, Aslan Bayhan S, Muhafiz E, et al. Repeatability of aberrometric measurements in normal and keratoconus eyes using a new Scheimpflug-Placido topographer. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40(2): 269-275
- Porter J, Guirao A, Cox IG, et al. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2001; 18(8): 1793-1803
- Cheng X, Bradley A, Hong X, et al. Relationship between refractive error and monochromatic aberrations of the eye. *Optom Vis Sci* 2003; 80(1): 43-49

18 Kasahara K, Maeda N, Fujikado T, *et al.* Characteristics of higher-order aberrations and anterior segment tomography in patients with pathologic myopia. *Internat Ophthalmol* 2017; 37(6): 1279-1288
19 Choi SK, Chang JW. Higher Order Aberration and Astigmatism in Children with Hyperopic Amblyopia. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30(1): 53-59
20 Plainis S, Ginis HS, Pallikaris A. The effect of ocular aberrations on steady-state errors of accommodative response. *J Vis* 2005; 5(5): 466-477
21 Vasudevan B, Fisher B, Case B, *et al.* Progression of lower and higher-order aberrations; a longitudinal study. *BMC Ophthalmol* 2015;

15: 11
22 Little JA, McCullough SJ, Breslin KM, *et al.* Higher order ocular aberrations and their relation to refractive error and ocular biometry in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55(8): 4791-4800
23 Anbar M, Mohamed Mostafa E, Elhawary AM, *et al.* Evaluation of Corneal Higher-Order Aberrations by Scheimpflug-Placido Topography in Patients with Different Refractive Errors; A Retrospective Observational Study. *Ophthalmol* 2019; 2019: 5640356
24 Zhao PF, Li SM, Lu J, *et al.* Effects of higher-order aberrations on contrast sensitivity in normal eyes of a large myopic population. *Int J Ophthalmol* 2017; 10(9): 1407-1411

国际眼科理事会主席 Peter Wiedemann 教授 为本刊英文版 IJO 投稿并获得多位审稿专家高度评价

本刊总顾问/国际眼科理事会(ICO)主席 Peter Wiedemann 教授研究团队于 2019-11-08 为国际眼科杂志英文版 International Journal of Ophthalmology (IJO) 提交了一篇高水平的研究论文——Different modes of foveal regeneration after closure of full-thickness macular holes by (re) vitrectomy and autologous platelet concentrate. 本文受到三位审稿专家的高度评价,一致认为这是一篇优秀的(Excellent)研究论文,具有世界领先(World-leading)水平,并具有很强的实用性。Peter Wiedemann 教授发表 SCI 论文 500 余篇,并是国际权威眼底病专著《Ryan's Retina》副主编,具有很高的学术水平。ICO 主席为 IJO 提交高水平高质量研究论文是对 IJO 的高度信任和宝贵支持,也是 IJO 国际影响力不断提升的表现。本文已发表在 IJO 2020 年第 1 期,特别向广大读者推荐,欢迎查阅、欢迎引用。

IJO 编辑部