

· 调查研究 ·

镇江市 6~12 岁儿童屈光发育现状及其影响因素

赵治 吴燕 刘晓宁 张玲 孟娜娜 吕琳 周晓敏 石春和

江苏大学附属人民医院眼科 镇江康复眼科医院, 镇江 212000

通信作者: 石春和, Email: 564539010@qq.com

【摘要】 目的 了解学龄儿童屈光发育相关的眼球生物学参数的分布情况及其影响因素。方法 采用横断面研究方法。纳入 2017 年 7 月至 2018 年 8 月镇江市 6~12 岁儿童共 1 091 例, 采用 IOL Master 测量眼轴长度 (AL) 和角膜曲率 (K), 并计算角膜曲率半径 (CR) 和 AL/CR, 使用质量分数 0.5% 复方托吡卡胺滴眼液扩瞳验光后, 根据等效球镜度数 (SER) 分为远视、正视和近视, 比较不同年龄、性别和屈光状态组间各生物学参数并分析影响各参数和屈光度的相关因素。结果 1 091 名儿童各年龄组间的 AL、SER 和 AL/CR 比较差异均有统计学意义 ($F=32.34, P<0.01; F=33.69, P<0.01; F=2.19, P=0.04$), 随年龄增加屈光状态向近视过度, AL 增长且 AL/CR 增大; 男生的 K 值小于女生, CR、AL 和 AL/CR 均大于女生, 男生和女生的 K 值、CR、AL 和 AL/CR 比较差异均有统计学意义 ($t=7.58, P<0.01; t=-7.48, P<0.01; t=-8.08, P<0.01; t=-2.14, P=0.03$); 不同屈光度组间的 AL 和 AL/CR 比较差异均有统计学意义 ($F=192.68, P<0.01; F=143.15, P<0.01$), 近视组 AL 和 AL/CR 数值较大; 父母不近视、每周户外活动时间 >14 h、每周完成作业时间 <20 h、每日睡眠时间 >9 h 的儿童 AL 更短, AL/CR 值更低, 屈光度更偏向远视或者正视。多元回归分析结果显示, 年龄更大、女性、身高更高、父母近视、每周用于完成作业的时间更长以及更少户外活动时间的 6~12 岁儿童可能更容易近视; 更长的 AL 或更大 AL/CR 值则与较大的年龄、男性、更大的 BMI、更高的身高、父母近视、更长的作业时间以及更少户外活动时间有关。结论 镇江市 6~12 岁学龄儿童 SER 随年龄增加向近视化漂移, AL、CR 和 AL/CR 存在性别差异, 女性、年龄更大、身高更高、父母近视、每周用于完成作业的时间更长以及更少的户外活动时间与 SER 增加明显相关。

【关键词】 学龄儿童; 屈光发育; 近视; 眼球生物学参数; 眼轴长度/角膜曲率半径比值

基金项目: 镇江市社会发展指导性项目 (FZ2017024)

DOI: 10.3760/ema.j.cn115989-20191218-00550

Status of refractive development and its influencing factors among 6-12 years old children in the downtown of Zhenjiang city

Zhao Zhi, Wu Yan, Liu Xiaoning, Zhang Ling, Meng Nana, Lyu Lin, Zhou Xiaomin, Shi Chunhe

Department of Ophthalmology, Affiliated People's Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang KangFu Eye Hospital, Zhenjiang 212000, China

Corresponding author: Shi Chunhe, Email: 564539010@qq.com

[Abstract] **Objective** To investigate the distribution and influencing factors of the ocular biological parameters related to refractive development in school-age children. **Methods** A cross-sectional study was performed. A total of 1 091 children aged 6-12 years old from July, 2017 to August, 2018, resident in downtown of Zhenjiang were enrolled in this study. The corneal radius of curvature (CR) and axial length/corneal radius of curvature ratio (AL/CR) were calculated after AL and corneal curvature (K) were measured by IOL Master. After pupillary dilatation with 0.5% tropicamide, cycloplegic retinoscopy was performed to identify refractive status. According to the spherical equivalent refraction (SER), all right eyes were classified into myopia, hyperopia and emmetropia. The comparison of the above parameters between different genders, as well as among different age groups and different refractive status groups were determined while the relative factors of the biological parameters and refractive status were analyzed by multivariate regression analysis. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Affiliated People's Hospital of Jiangsu University (No. K-20190153-W). **Results** There were statistical differences in AL, SER and AL/CR value among different age groups ($F=32.34, P<0.01; F=33.69, P<0.01; F=2.19, P=0.04$), which showed that refractive status shifted to myopia as well as AL and AL/CR value were

increased with age. Compared with the girls, the boys had significantly longer AL, greater CR, greater AL/CR value, and smaller K ($t = 7.58, P < 0.01; t = -7.48, P < 0.01; t = -8.08, P < 0.01; t = -2.14, P = 0.03$). There were statistical differences in AL and AL/CR value among different refractive status groups ($F = 192.68, P < 0.01; F = 143.15, P < 0.01$). The myopia group had longer AL and greater AL/CR value than the other two groups. Children whose parents were not myopic and children who had outdoor activities more than 14 hours per week and did homework less than 20 hours per week and children who slept more than 9 hours per day had shorter AL, smaller AL/CR value, and were more inclined to hyperopia or emmetropia. The results of multivariate regression analysis suggested that children aged from 6-12 years old with older age, female, increased height, parental myopia, and more time in homework or less time in outdoor activities per week may be more likely to have myopia, and longer AL or bigger AL/CR value was correlated with older age, male, greater body mass index (BMI), increased height, myopia conditions of parents, more time of doing homework, and less time in outdoor activities. **Conclusions** The SER shifts to myopia with age in 6 to 12-year-old school-age children in the downtown of Zhenjiang. And there are significant differences in AL, CR and AL/CR value between boys and girls. Female, older age, increased height, more time in homework, less time in outdoor activities, and parental myopia are associated with more negative SER.

[Key words] School-age children; Refractive development; Myopia; Ocular biological parameters; Axial length/corneal radius of curvature ratio

Fund program: Social Development Guidance Program of Zhenjiang City (FZ2017024)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20191218-00550

在过去的几十年中,近视已成为一个全球性公共卫生问题^[1]。近年来亚洲,尤其是东亚国家,如中国、新加坡、日本和韩国的近视率呈爆发式增长^[2-4]。因此,近视发生和发展的机制再次成为研究的热点。人眼是一个复杂的光学系统,在屈光发育的过程中近视的发生与否主要取决于角膜曲率(corneal curvature, K)、晶状体屈光力、前房深度和眼轴长度(axial length, AL)等眼球生物学参数,在这些参数中 K 值和 AL 的作用尤为重要。K 值随着 AL 的增长而变小,通过角膜的代偿作用维持正视状态。当 AL 的增长超过 K 值的代偿时,则发生近视。眼球内部各生物学参数的正常发育和协调平衡是保证屈光发育正常的重要前提,近视的发生被认为是眼球在正视化过程过度发育的表现^[5]。到目前为止,近视发生的机制和原因尚未明确,环境和遗传因素可能都发挥了重要作用^[6-7],眼球不同生物学参数作为屈光发育的基础是研究近视发生机制的一个重要切入点。6~12 岁儿童刚刚进入学习阶段,随着近距离用眼时间的增加和户外活动的减少,容易出现远视向正视,甚至近视的过渡,是近视发生和发展的一个重要窗口期。以往关于该年龄段近视的相关研究较多,本研究拟着重分析 K 值和 AL 这 2 个重要的眼球生物学参数以及与其相关的危险因素,通过完善本地区 6~12 岁儿童眼部生物学参数的测定及相关性分析以进一步寻找影响近视发生和发展的潜在预测因素及其相关的干预措施。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用以学校为单位的整群抽样方法,选择镇江市 3 所小学,根据自愿参加原则,2017 年 7 月至 2018 年 8 月对 1~6 年级学生进行眼部屈光度及眼球生物学参数的测定。排除既往有先天性白内障、先天性青光眼、斜视、眼部手术史以及正在配戴角膜塑形镜或硬性角膜接触镜的儿童。在检查前所有被检查的学生均征得其家长的同意并填写屈光发育档案问卷调查表。本研究经江苏大学附属人民医院伦理委员会审核批准(审批号:K-20190153-W)。

1.2 方法

1.2.1 检查项目及方法 记录每位入组儿童的一般信息,包括性别、年龄、身高和体质量并计算体质量指数(body mass index, BMI)。同时对家长进行屈光发育档案的问卷调查,记录父母近视的情况,以及儿童每周学习时间和户外活动时间和每日睡眠时间等。

使用标准对数视力表检查远视力。由专业的眼科医师使用裂隙灯显微镜、直接检眼镜等检查排除有眼部器质性病变及眼部手术史的儿童。所有受检儿童均采用质量分数 0.5% 复方托吡卡胺滴眼液(日本参天制药株式会社)麻痹睫状肌,在结膜囊内点 3 次,每次间隔 5 min,于末次点眼后 30 min 观察瞳孔直径及瞳孔对光反射情况:若瞳孔直径 > 6 mm 或瞳孔对光反射消失,则进入验光流程;使用全自动电脑验光仪(NIDEK AR-1 型)进行验光,每眼测量 3 次,测量结果的最大值和最小值相差大于 0.5 D 时需重复测量;然后再由同一名验光师进行静态检影验光,得到球镜和柱镜度数及柱镜轴位。采用 IOL Master 500(德国卡尔蔡司公司)测量其他眼球生物学参数,包括 AL、水平和垂直 K

值(K1 和 K2),均连续测量 3 次,取平均值,并计算角膜曲率半径 (corneal radius of curvature, CR) 和 AL/CR。CR=1 000(n2-n1)/K,其中 n1 为空气屈光指数 1.000 0,n2 为角膜屈光指数 1.337 5。使用质量分数 0.5% 复方托吡卡胺滴眼液扩瞳验光后,根据等效球镜度数 (spherical equivalent refraction, SER) 分为远视、正视和近视,其中 SER ≥ -0.50 D 定义为近视, SER 为 < -0.50 ~ < +0.50 D 为正视, SER ≥ +0.50 D 定义为远视。比较不同年龄、性别和屈光组之间各生物学参数并分析影响各参数和屈光度的相关因素。

1.3 质量控制

本研究的所有检查人员均接受统一培训,所有人员熟悉工作流程和设备的操作,按照统一的标准和方法进行检查。同时安排专职的眼科视光专业医师监督现场工作情况以确保检查的质量。每天检查前由专业人员对当天使用的设备进行校准。检查结果由 2 名输入人员独立将资料和检查结果录入计算机,经检查一致后存档。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件进行统计分析。计量资料数据经 K-S 检验证实呈正态分布,以 mean±SD 表示。不同性别间眼球生物学参数差异分析采用独立样本 t 检验。3 个组及以上数据的比较采用单因素方差分析。眼球生物学参数及等效球镜度数的影响因素采用多元线性回归分析。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本次调查根据自愿原则到院的有 1 831 人,因为信息不全或信息明显不真实、年龄不符合以及其他原因排除 740 人,最终纳入 6~12 岁学龄儿童共计 1 091 人,1~6 年级基本均匀分布,其中男 512 例 (8.90±1.24 岁),女 579 例 (8.12±1.55 岁);平均年龄

(8.65±1.43) 岁。由于左右眼的眼球各项生物学参数存在高度相关性 (左右眼间 K、CR、AL/CR、SER、AL 的 Pearson 相关系数分别为 0.933、0.967、0.953、0.955、0.936,均 P<0.05),本研究仅纳入右眼数据进行统计分析。

2.2 不同年龄段儿童屈光度和眼球生物学参数的分布

6~12 岁儿童各年龄组间 AL、AL/CR 和 SER 比较,差异均有统计学意义 (F=32.34, P<0.01; F=33.69, P<0.01; F=2.19, P=0.04),随着年龄的增加 AL 增长,AL/CR 增大,且屈光状态基本随年龄向近视漂移。各年龄组间 K 值和 CR 比较差异均无统计学意义 (F=1.03, P=0.40; F=0.93, P=0.47) (表 1)。

2.3 不同性别间儿童屈光度和眼球生物学参数的分布

男生的 K 值小于女生,CR、AL 和 AL/CR 均大于女生,男生和女生的 K 值、CR、AL 和 AL/CR 比较差异均有统计学意义 (t=7.58, P<0.01; t=-7.48, P<0.01; t=-8.08, P<0.01; t=-2.14, P=0.03),但男女生在 SER 上的差异无统计学意义 (t=-0.31, P=0.75) (表 2)。

表 1 不同年龄段儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 1 Ocular biological parameters and refraction distribution by age (mean±SD)

年龄(岁)	眼数	K (D)	CR (mm)	AL (mm)	AL/CR	SER(D)
6	121	43.49±2.30	7.83±0.10	23.06±1.04	2.94±0.15	0.18±0.25
7	177	43.21±1.60	7.84±0.04	23.13±0.84	2.95±0.12	0.45±0.24
8	129	43.41±1.45	7.78±0.26	23.15±1.24	2.96±0.11	0.19±1.40
9	195	43.35±1.41	7.75±0.22	23.31±1.55	2.97±0.10	0.20±1.50
10	135	43.23±1.77	7.77±0.31	23.52±1.98	3.02±0.15	-0.75±0.74
11	178	43.26±2.09	7.75±0.34	23.72±1.47	3.05±1.23	-0.89±1.13
12	156	43.18±1.47	7.79±0.55	23.91±1.53	3.07±1.23	-1.12±1.09
F 值		1.03	0.93	32.34	33.69	2.19
P 值		0.40	0.47	<0.01	<0.01	0.04

注:(单因素方差分析) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(One-way ANOVA) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

表 2 不同性别儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 2 Ocular biological parameters and refraction distribution by gender (mean±SD)

性别	眼数	K (D)	CR (mm)	AL (mm)	AL/CR	SER (D)
女	579	43.75±1.53	7.72±0.27	23.27±0.98	3.01±0.11	-0.53±1.25
男	512	43.08±1.37	7.84±0.25	23.76±1.02	3.03±0.13	-0.42±1.64
t 值		7.58	-7.48	-8.08	-2.14	-0.31
P 值		<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.75

注:(独立样本 t 检验) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(Independent sample t test) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

2.4 不同屈光状态儿童屈光度和眼球生物学参数的分布

不同屈光状态组间 AL 比较的差异有统计学意义 ($F = 192.68, P < 0.01$), 近视组比正视组长约 0.71 mm, 远视组比正视组约短 0.67 mm。3 个组间 AL/CR 的比较差异有统计学意义 ($F = 143.15, P < 0.01$), 近视组较高。3 个组间 K 值和 CR 比较, 差异均无统计学意义 ($F = 1.66, P = 0.18$; $F = 1.54, P = 0.20$) (表 3)。

2.5 不同近视危险因素下儿童屈光度和眼球生物学参数的分布

将父母是否近视、户外活动、完成作业时间和睡眠时间作为可能的影响屈光发育的危险因素。其中, 在 SER、AL 和 AL/CR 的分布上, 除了不同睡眠时间组别的 AL/CR 的分布差异无统计学意义 ($P = 0.07$) 外, 上述几个危险因素的分组差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。父母不近视、每周户外活动时间 >14 h、每周完成作业时间 <20 h、每日睡眠时间 >9 h 的儿童 AL 更短, AL/CR 值更低, 屈光度更偏向远视或者正视。而 K 值和 CR 在上述危险因素的分组中差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 4~7)。

2.6 屈光度和眼球生物学参数的多元回归分析

以年龄、性别、身高、BMI、父母是否近视、户外活动时间、作业时间和睡眠时间作为自变量, 分别与因

表 3 不同屈光状态儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 3 Ocular biological parameters and refraction distribution among group of (mean±SD) different refractive status

组别	眼数	K(D)	CR(mm)	AL(mm)	AL/CR
近视	503	43.54±1.53	7.76±0.26	24.09±0.87	3.11±0.91
正视	236	43.28±1.33	7.81±0.34	23.38±0.73	2.99±0.09
远视	352	43.39±1.54	7.78±0.28	22.71±0.84	2.91±0.89
F 值		1.66	1.54	192.68	143.15
P 值		0.18	0.20	<0.01	<0.01

注:(单因素方差分析) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(One-way ANOVA) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

表 4 不同父母近视程度的儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 4 Ocular biological parameters and refraction distribution by different myopia of parents(mean±SD)

父母是否近视	眼数	K(D)	CR(mm)	AL(mm)	AL/CR	SER(D)
无近视	443	43.39±1.37	7.81±0.51	23.06±1.35	2.89±0.53	0.18±0.25
1人近视	403	43.19±2.13	7.83±0.10	23.55±1.04	2.94±0.15	-0.42±0.29
2人近视	245	43.51±1.36	7.74±0.15	24.11±1.54	3.11±0.33	-1.09±0.32
F 值		2.31	0.98	78.53	56.31	101.23
P 值		0.21	0.30	<0.01	<0.01	<0.01

注:(单因素方差分析) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(One-way ANOVA) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

表 5 不同户外活动时间的儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 5 Ocular biological parameters and refraction distribution by different time of outdoor activities(mean±SD)

每周户外活动时间	眼数	K(D)	CR(mm)	AL(mm)	AL/CR	SER(D)
<14 h	677	43.41±1.31	7.71±0.31	23.89±1.15	3.01±0.19	-0.89±0.32
>14 h	414	43.32±1.49	7.79±0.39	23.42±1.47	2.81±0.32	0.25±0.12
t 值		0.43	-1.31	4.21	5.36	-6.34
P 值		0.07	0.10	<0.01	<0.01	<0.01

注:(独立样本 t 检验) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(Independent sample t test) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

表 6 不同睡眠时间的儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 6 Ocular biological parameters and refraction distribution by different sleeping time(mean±SD)

每日睡眠时间	眼数	K(D)	CR(mm)	AL(mm)	AL/CR	SER(D)
>9 h	702	43.21±1.60	7.84±0.04	23.23±0.84	2.95±0.12	0.45±0.24
<9 h	389	43.35±1.41	7.79±0.11	23.91±0.52	2.99±0.25	-0.11±0.19
t 值		-0.78	0.52	-4.87	-1.04	3.47
P 值		0.06	0.22	<0.05	0.07	<0.05

注:(独立样本 t 检验) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(Independent sample t test) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

表 7 不同作业时间的儿童屈光度和眼球生物学参数的分布 (mean±SD)
Table 7 Ocular biological parameters and refraction distribution by different time in homework(mean±SD)

每周完成作业时间	眼数	K(D)	CR(mm)	AL(mm)	AL/CR	SER(D)
>20 h	457	43.41±1.45	7.75±0.26	23.95±1.24	2.96±0.11	-0.79±1.42
<20 h	634	43.35±1.41	7.79±0.22	23.31±1.55	2.78±0.31	0.20±1.51
t 值		0.56	-0.98	7.23	11.42	-7.34
P 值		0.24	0.12	<0.05	<0.01	<0.01

注:(独立样本 t 检验) K:角膜曲率;CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数
Note:(Independent sample t test) K:corneal curvature;CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction

变量 CR、AL、AL/CR 和 SER 作多元线性回归分析。年龄更大、女性、身高更高、父母近视、每周用于完成作业的时间更长以及更少户外活动时间的 6~12 岁儿童可能更容易近视。更长的 AL 或更大 AL/CR 值则与较大的年龄、男性、更大的 BMI、更高的身高、父母近

视、更长的作业时间以及更少户外活动时间有关。而 CR 除了与性别相关以外,与身高、BMI、年龄、父母近视、户外活动时间、完成作业时间和睡眠时间均无明显相关性(表 8)。

表 8 屈光度和眼球生物学参数的多元回归分析
Table 8 Multiple linear regression analysis of ocular biological parameters, refraction, and the various risk factors

因素	CR (mm)		AL (mm)		AL/CR		SER (D)	
	回归系数 (95% CI)	P 值						
年龄	0.013 (-0.029, 0.107)	0.074	0.290 (0.012, 0.370)	<0.01	0.170 (0.023, 0.410)	<0.01	-0.390 (-0.550, -0.013)	<0.01
女性	-0.093 (-0.180, -0.034)	0.012	-0.480 (-0.590, -0.210)	<0.01	-0.023 (-0.120, -0.017)	<0.01	-0.540 (-1.000, -0.071)	0.02
身高	0.014 (-0.012, 0.053)	0.350	0.021 (0.014, 0.045)	<0.01	0.050 (0.003, 0.093)	<0.01	-0.016 (-0.130, -0.006)	0.03
BMI	0.017 (-0.190, 0.047)	0.060	0.053 (0.028, 0.150)	<0.01	0.081 (0.024, 0.190)	<0.01	-0.021 (-0.230, 0.017)	0.06
父母是否近视	-0.280 (-1.030, 0.031)	0.061	0.150 (0.031, 0.490)	<0.01	0.270 (0.028, 0.410)	<0.01	-0.360 (-0.670, -0.210)	<0.01
户外活动时间	0.031 (-0.043, 0.063)	0.081	-0.180 (-0.320, -0.071)	<0.01	-0.090 (-0.360, -0.024)	<0.01	0.230 (0.015, 0.440)	<0.01
作业时间	0.041 (-0.023, 0.091)	0.230	0.120 (0.031, 0.250)	<0.01	0.160 (0.031, 0.460)	<0.01	-0.035 (-0.160, -0.017)	0.02
睡眠时间	-0.019 (-0.029, 0.043)	0.170	-0.022 (-0.150, 0.034)	0.07	-0.021 (-0.051, -0.010)	0.04	0.013 (-0.021, 0.032)	0.06

注:CR:角膜曲率半径;AL:眼轴长度;SER:等效球镜度数;CI:可信区间;BMI:体质量指数

Note:CR:corneal radius of curvature;AL:axial length;SER:spherical equivalent refraction;CI:confidential interval;BMI:body mass index

3 讨论

眼球在发育的过程中维持正视化与其内部各个屈光要素间的协调配合有重要关系,当其中某些生物学参数不能相互代偿时,可能会导致屈光不正,尤其是近视的发生。本研究以眼球生物学参数为研究对象,探讨镇江市 6~12 岁学龄儿童屈光发育现状,找出与近视发生和发展相关的因素,为儿童及青少年的近视防控提供科学依据。

人眼的屈光发育是从远视逐步转化为正视或近视的过程,故其屈光状态从出生开始,随着年龄的增加始终处于动态的变化过程,直至成年相对稳定。本研究结果显示,镇江市 6~12 岁儿童的屈光状态随年龄增加逐步从远视向近视过渡,其中 9~10 岁是转化为近视的年龄节点,上述结论与中国大陆以往的研究结果^[8]基本一致。并且,从本研究结果可以看出,虽然 6 岁时镇江市 6 岁儿童的 AL 已经达到 23 mm 的成人标准,但 AL 依然随年龄增加而增长。与此同时,K 值在该年龄段内无明显变化,这与以往多个不同地区的研究结果类似^[9-11]。多元回归分析结果显示,CR 也仅与性别相关,而与年龄、父母近视、户外活动时间、完成作业时间等近视危险因素无明显相关性。上述结果提示,该年龄段儿童的眼球生物学参数中,K 值基本稳定而 AL 处于不断变化之中,近视的发生可能与 AL 的增长关系更加密

切。同时,本研究结果显示 AL/CR 随年龄的增加而增大。人眼在出生后发育的过程中存在向正视化发展的倾向,即 AL 变长、角膜变平和 K 值下降^[12],当 K 值的下降(CR 增大)不足以代偿 AL 的过度增长时,则会发生近视。González Blanco 等^[13]的研究结果认为,AL/CR 为 3 是平均 CR 对 AL 增加代偿的临界点,而 Goss 等^[14]的研究也发现 AL/CR>3 的儿童更容易发生近视。本研究结果显示在 9~10 岁的过程中,屈光状态由正视转变为轻度近视,而 AL/CR 也升至 3 以上,与以往的研究结果类似,提示 AL/CR 可能是近视发生和发展的一个重要的预测指标。

除了上述年龄和眼球各生物学参数的相关性以外,本研究结果也显示了性别对屈光参数的影响。与男生相比,女生的 K 值更高(CR 更小),AL 更短,AL/CR 值更低,这与我国以往的研究结果类似^[8]。虽然本研究结果证实该年龄段儿童男女生之间屈光度差异无统计学意义,但女生的 SER 近视程度确实更高一些,女生和男生的 SER 分别为(-0.53±1.25)D 和(-0.42±1.64)D,国内其他研究结果也提示该年龄段女生更容易近视^[15]。对于男女生之间屈光度和眼球生物学参数的差异一般认为主要与女生较男生学习时间较长、连续看近时间久、户外活动时间相对较短等因素有关。此外,女生的发育一般早于男生,因此生长发育较快的眼球也在一定程度上加速了女生的近视化过程。以往有研究证

实男童的户外活动时间明显多于女童,并且差异有统计学意义^[16-17],从另一个侧面证明户外活动可以降低近视的发生率。有趣的是,虽然男生的户外活动时间较长,但大部分研究和本研究结果都证实该年龄段男生的 AL 大于女生,而近视化则是女生更加明显。我们认为这一结论并不矛盾,首先要承认 AL 和身高同样作为全身发育的参数,男生的平均 AL 会像身高一样大于女生;其次,这也更加说明近视的发生是一个多因素共同作用的结果,如男生的角膜较女生更为平坦,而且男生的户外活动时间较多,都可能相应地抵消了男生 AL 相对较长带来的近视化趋势。6~12 岁儿童 AL 与 K 值的匹配程度对近视发生的影响在某种程度上可能更加重要,这一特点提示我们在近视防控工作中除了监测屈光度以外,也应重视眼球各生物学参数的定期监测。

人眼在发育的过程中除了各屈光参数之间的相互协调发展可以影响屈光发育状态外,遗传和环境因素的影响也至关重要^[18-20]。本研究多元回归分析结果显示,在 6~12 岁的年龄段中,女性、年龄更大、身高更高、父母近视、每周用于完成作业的时间更长以及更少户外活动时间的儿童更容易发生近视。不同的研究已经证实父母近视的孩子更易发生近视^[9,19]。胡诞宁等^[21]研究发现,父母均无近视、父母中 1 人近视和父母均近视的儿童 2 年内近视发生率分别为 8.2%、21.1% 和 30.8%,提示遗传在近视发生和发展中的作用,与本研究的结果类似。在环境因素方面,户外活动时间及近距离用眼(完成作业)时间与近视的相关性也得到一致认可^[22]。眼球的生物学参数作为屈光发育和全身体格发育的重要组成,有可能成为预测近视发生和发展的指标,我们有理由关注影响这部分眼球生物学参数的危险因素,从而更好地进行近视的综合干预。目前多数研究认为身高和 BMI 更高的孩子更容易出现 AL 的增长和近视的发生,在身高和体质量更大的孩子中,K 值和 AL 的代偿关系可能更易失衡^[23-24],与本研究的结果一致,意味着全身发育过快可能与近视发生相关。同时,本研究结果提示 AL 与近距离用眼时间、户外活动时间和遗传(父母近视)均密切相关,而 K 值(或 CR)与用眼习惯和遗传并无明显相关性,这更加说明 AL 测量在近视防控监测项目中的重要意义。在我们今后的近视防控中,对于不能常规建立屈光发育档案的学生,如果有相应的明显高危因素,如身高和体质量发育迅速和父母均近视等的孩子应强烈建议或加强眼球生物学参数的监测频次,及时采取干预措施。

本研究存在一定的局限性:首先,儿童的屈光发育是一个动态的过程,本研究为横断面研究,未能进行后

续的长期随访,未能对近视发生前、后屈光参数变化规律进行总结,因此对危险因素和近视发生和发展之间的因果关系缺乏足够的证据;其次,我们虽然是在市区的学校进行的整群抽样,但自愿原则和到院复查会导致不可避免的抽样偏倚,入组人群可能更多的是正在从正视化向近视发展的儿童以及家长近视防控意识较好的儿童;同时,本研究样本量偏小;最后,本研究未对入组儿童的前房深度、晶状体厚度(晶状体屈光力)和玻璃体腔深度进行检测,对于这部分的屈光参数在近视发生和发展过程中发挥的作用未能综合评价,在今后的研究中我们会进一步完善。

综上所述,本研究报告了 6~12 岁学龄儿童 SER、AL、K、AL/CR 等眼球生物学参数的分布情况,可以补充目前本地区有限的眼球生物学参数资料。AL、AL/CR 等眼球生物学参数随年龄的增加而增加,SER 随年龄增加向近视化漂移,其中 9~10 岁可能是正视向近视发展的一个活跃期。该年龄段女生的 K 值更高,AL 更短,AL/CR 值也更低。虽然女生较男生更偏向近视,但 SER 并无明显差异。女性、年龄更大、身高更高、父母近视、每周用于完成作业的时间更长以及更少的户外活动时间与更负的 SER 明显相关。通过非侵入性方法,如 IOL Master 测量眼球生物学参数可以为动态监测儿童屈光状态的变化提供帮助。6~12 岁的学龄阶段是正视化向近视发生和发展的重要窗口期,我们需要进一步进行纵向、大样本、多中心的研究,加入更多的屈光参数测定,全面了解屈光发育与眼球生物学参数间的关系,以便于早期预测近视的发生和发展,为近视防控工作提供科学的依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Li SM, Li SY, Kang MT, et al. Distribution of ocular biometry in 7- and 14-year-old Chinese children [J]. *Optom Vis Sci*, 2015, 92(5): 566-572. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000570.
- [2] Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32(1): 3-16. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x.
- [3] Saw SM, Katz J, Schein OD, et al. Epidemiology of myopia [J]. *Epidemiol Rev*, 1996, 18(2): 175-187. DOI: 10.1093/oxfordjournals.epirev.a017924.
- [4] 徐喜卿,李顺平,徐艳娇,等.中国大陆地区小学生近视患病率 Meta 分析 [J]. *国际眼科杂志*, 2016, 16(7): 1221-1227. Xu XQ, Li SP, Xu YJ, et al. Prevalence of myopia among primary school students in mainland China: a Meta-analysis [J]. *Int Eye Sci*, 2016, 16(7): 1221-1227.
- [5] Wallman J, Winawer J. Homeostasis of eye growth and the question of myopia [J]. *Neuron*, 2004, 43(4): 447-468. DOI: 10.1016/j.neuron.2004.08.008.
- [6] Mutti DO, Bullimore MA. Myopia: an epidemic of possibilities? [J]. *Optom Vis Sci*, 1999, 76(5): 257-258. DOI: 10.1097/00006324-

- 199905000-00001.
- [7] Vagge A, Ferro Desideri L, Nucci P, et al. Prevention of progression in myopia: a systematic review [J/OL]. *Diseases*, 2018, 6(4) : 92 [2020-03-03]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6313317/>. DOI: 10.3390/diseases6040092.
- [8] 廖梦霏, 宋胜仿, 刘世纯, 等. 6~11 岁儿童眼球生物学参数的分布及对屈光状态的影响 [J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(3) : 252-258. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201809092.
- Liao MF, Song SF, Liu SC, et al. Distribution of ocular biological parameters and their correlation with refractive status in 6~11 years old children [J]. *J Third Military Med Univer*, 2019, 41(3) : 252-258. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201809092.
- [9] Saw SM, Carkeet A, Chia KS, et al. Component dependent risk factors for ocular parameters in Singapore Chinese children [J]. *Ophthalmology*, 2002, 109(11) : 2065-2071. DOI: 10.1016/s0161-6420(02)01220-4.
- [10] Zadnik K, Manny RE, Yu JA, et al. Ocular component data in schoolchildren as a function of age and gender [J]. *Optom Vis Sci*, 2003, 80(3) : 226-236. DOI: 10.1097/00006324-200303000-00012.
- [11] Ojaimi E, Rose KA, Morgan IG, et al. Distribution of ocular biometric parameters and refraction in a population-based study of Australian children [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005, 46(8) : 2748-2754. DOI: 10.1167/iovs.04-1324.
- [12] Walline JJ. Myopia control: a review [J]. *Eye Contact Lens*, 2016, 42(1) : 3-8. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000207.
- [13] González Blanco F, Sanz Fernández JC, Muñoz Sanz MA. Axial length, corneal radius, and age of myopia onset [J]. *Optom Vis Sci*, 2008, 85(2) : 89-96. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181622602.
- [14] Goss DA, Van Veen HG, Rainey BB, et al. Ocular components measured by keratometry, phakometry, and ultrasonography in emmetropic and myopic optometry students [J]. *Optom Vis Sci*, 1997, 74(7) : 489-495. DOI: 10.1097/00006324-199707000-00015.
- [15] 张加裕, 王强, 林思思, 等. 温州地区 7~14 岁儿童近视眼患病率和眼轴及其相关因素分析 [J]. *中华眼科杂志*, 2016, 52(7) : 514-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.07.009.
- Zhang JY, Wang Q, Lin SS, et al. Analysis of myopia and axial length changes and relevant factors of children aged 7 to 14 years in Wenzhou [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2016, 52(7) : 514-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2016.07.009.
- [16] Dirani M, Tong L, Gazzard G, et al. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children [J]. *Br J Ophthalmol*, 2009, 93(8) : 997-1000. DOI: 10.1136/bjo.2008.150979.
- [17] 亓德云, 钱序, 谭晖, 等. 上海市虹口区小学生学习日户外活动和间歇用眼现状 [J]. *中国学校卫生*, 2013, 34(9) : 1053-1055, 1058.
- Qi DY, Qian X, Tan H, et al. Survey on outdoor activities and interval eye using among primary school students in Hongkou district in Shanghai [J]. *Chin J School Health*, 2013, 34(9) : 1053-1055, 1058.
- [18] Wu PC, Chuang MN, Choi J, et al. Update in myopia and treatment strategy of atropine use in myopia control [J]. *Eye (Lond)*, 2019, 33(1) : 3-13. DOI: 10.1038/s41433-018-0139-7.
- [19] Zadnik K, Satariano WA, Mutti DO, et al. The effect of parental history of myopia on children's eye size [J]. *JAMA*, 1994, 271(17) : 1323-1327.
- [20] Wong TY, Foster PJ, Hee J, et al. Prevalence and risk factors for refractive errors in adult Chinese in Singapore [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2000, 41(9) : 2486-2494.
- [21] 胡诞宁, 褚仁远. 近视眼学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 58.
- [22] Hepsen IF, Evreklioglu C, Bayramlar H. The effect of reading and near-work on the development of myopia in emmetropic boys: a prospective, controlled, three-year follow-up study [J]. *Vision Res*, 2001, 41(19) : 2511-2520. DOI: 10.1016/s0042-6989(01)00135-3.
- [23] Gardiner PA. Physical growth and the progress of myopia [J]. *Lancet*, 1955, 269(6897) : 952-953. DOI: 10.1016/s0140-6736(55)92792-6.
- [24] Saw SM, Chua WH, Hong CY, et al. Height and its relationship to refraction and biometry parameters in Singapore Chinese children [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002, 43(5) : 1408-1413.

(收稿日期: 2020-06-18 修回日期: 2020-11-15)

(本文编辑: 刘艳 施晓萌)

读者·作者·编者

本刊对来稿中电子版图片的要求

自我刊开通网上投稿以来, 作者均采用将 Word 文档从网上在线投稿的方式, 但部分来稿中所包含的图片像素较低, 这些图片便于网上审稿, 并不能用于制版印刷。因为显示器与彩印纸品的色彩形成截然不同, 显示器应用红、绿、蓝的三原色原理发射光线形成图像, 这种色彩形成的原理被称为 RGB 模式; 而彩色印刷品是蓝、红、黄、黑四色油墨印制在纸制品上来形成彩色图像, 这种原理被称为 CMYK 模式。那些在显示器上看起来比较清晰但分辨率较低的图片在实际印刷时不能转换为高质量 CMYK 模式的图片。为了保证论文的刊出质量及本刊的印刷出版质量, 如果作者的来稿中附有组织病理图、免疫荧光染色图、免疫组织化学图、细胞图, 请作者将原图保存为 TIFF 格式或 JPG 格式, 图片的分辨率至少 300 dpi。

本刊对论文发表过程中利益冲突问题的处理和要求

本刊严格遵守《国际医学期刊编辑委员会》关于“生物医学期刊投稿的统一要求”, 恪守公正、客观、科学性对待作者研究论文的原则, 最大限度规避在稿件发表的各个环节中存在的潜在利益关系或冲突, 尽量减少发表偏倚。作者投稿过程中应注明存在利益关系或冲突的审稿人姓名或机构, 同时提供该研究获得的资助机构并提供相应的证明或文件的复印件。稿件在同行评审过程中实行三级审理制, 同行评审过程至少要求在不同医疗机构的 3 人中进行, 审稿过程中严格遵守保密原则, 编辑部在综合评价多个同行评审专家的意见后确定稿件的录用与否。作者还应在文后致谢对该研究提供资助和帮助的人员并申明理由, 或就该研究与文中涉及的医疗机构、生产厂家和药商之间有无利益关系进行声明。

(本刊编辑部)