

福州市6~16岁儿童青少年屈光发育现状



林佳佳^{1, 2, 3}, 刘春民⁴

1. 厦门大学附属厦门眼科中心 (福建厦门 361003)
2. 福建省眼表与角膜病重点实验室 (福建厦门 361003)
3. 福州眼科医院 (福州 350007)
4. 深圳华夏眼科医院 (广东深圳 518034)

【摘要】目的 了解福州市 6~16 岁儿童青少年屈光发育现状。**方法** 收集 2021 年 1 月 1 日至 12 月 31 日福州市 6~16 岁儿童青少年的睫状肌麻痹后等效球镜度 (spherical equivalent, SE)、眼轴长度 (axial length, AL)、角膜曲率半径 (corneal radius, CR), 并计算 AL/CR 比值, 进行相关性分析。**结果** 共纳入 2 888 例患者, 均取右眼进行分析, 不同年龄组患者睫状肌麻痹后 SE、AL 和 AL/CR 比值的差异均有统计学意义 ($P < 0.001$)。睫状肌麻痹后 SE 与年龄呈负相关关系 ($r = -0.356, P < 0.01$), AL、AL/CR 比值与年龄呈正相关关系 ($r = 0.413, P < 0.01$; $r = 0.425, P < 0.01$)。CR 随年龄变化基本保持稳定, 与年龄之间的相关性不显著 ($r = 0.035, P > 0.05$)。不同性别间 AL、CR 及 AL/CR 比值存在差异 ($P < 0.001$), 与男性相比, 女性 AL 更短, CR 更小, 角膜曲率更陡峭, AL/CR 比值略低。不同屈光状态组在 AL 和 AL/CR 比值间差异有统计学意义 ($P < 0.001$), AL 和 AL/CR 比值与近视程度呈正相关关系 ($r = 0.636, P < 0.01$; $r = 0.767, P < 0.01$)。不同屈光状态组在 CR 方面差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但不同近视程度组在 CR 上差异有统计学意义 ($P < 0.001$), CR 与近视程度呈负相关关系 ($r = -0.067, P < 0.01$), 高度近视组 CR 较中度近视和低度近视组更小, 即角膜曲率更陡峭。**结论** 福州市 6~16 岁儿童青少年随着年龄增加屈光状态向近视漂移, AL、AL/CR 比值呈增长趋势, CR 则基本保持稳定。

【关键词】 近视; 睫状肌麻痹验光; 等效球镜度; 眼轴长度; 角膜曲率半径; 眼轴长度 / 角膜曲率半径比值

Status of refractive development among children and adolescents aged 6~16 in Fuzhou

Jia-Jia LIN^{1,2,3}, Chun-Min LIU⁴

1. Eye Institute and Affiliated Xiamen Eye Center of Xiamen University, Xiamen 361003, Fujian Province, China
 2. Fujian Provincial Key Laboratory of Corneal & Ocular Surface Diseases, Xiamen 361003, Fujian Province, China
 3. Fuzhou Eye Hospital, Fuzhou 350007, China
 4. Shenzhen Huaxia Eye Hospital, Shenzhen 518034, Guangdong Province, China
- Corresponding author: Chun-Min LIU, Email: cobra_eye@126.com

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202203031

通信作者: 刘春民, 博士, 主任医师, 硕士研究生导师, Email: cobra_eye@126.com

【Abstract】Objective To investigate the status of refractive development among children and adolescents aged 6-16 in Fuzhou. **Method** From January 1 to December 31, 2021, we collected data on children and adolescents aged 6-16 years in Fuzhou, which included spherical equivalent (SE) after cycloplegia, axial length (AL), corneal radius (CR) and calculated the AL/CR ratio, and performed correlation analysis. **Results** A total of 2,888 patients were included, and the right eye was used for all analyses. The differences in SE after cycloplegia, AL and the AL/CR ratio in different age groups were statistically significant ($P<0.001$). There was a negative correlation between SE after cycloplegia and age ($r=-0.356$, $P<0.01$), and a positive correlation between AL, AL/CR ratio and age ($r=0.413$, $P<0.01$; $r=0.425$, $P<0.01$). CR remained stable with age, and there was no significant correlation between CR and age ($r=0.035$, $P>0.05$). There were significant differences in AL, CR and AL/CR ratio between different genders ($P<0.001$), females had shorter AL, smaller CR, steeper corneal curvature, and slightly lower AL/CR ratio than males. The differences in AL and AL/CR ratio between different refractive state groups were statistically significant ($P<0.001$), AL and AL/CR ratio were positively correlated with the degree of myopia ($r=0.636$, $P<0.01$; $r=0.767$, $P<0.01$). There was no statistical significance for the difference in CR between different refractive state groups ($P>0.05$), but there were statistically significant differences in CR between different myopia groups ($P<0.001$), CR was negatively correlated with the degree of myopia ($r=-0.067$, $P<0.01$), CR in the high myopia group was smaller than that in the moderate and low myopia groups, i.e. the corneal curvature was steeper. **Conclusion** The refractive status of children and adolescents aged 6-16 years in Fuzhou, drifted towards myopia with increasing age, AL and the AL/CR ratio showed an increasing trend, while the CR remained basically stable.

【Keywords】 Myopia; Cycloplegic refraction; Spherical equivalent; Axial length; Corneal radius; Axial length/Corneal radius ratio

目前, 近视已成为全球性公共健康问题, 2020 年全球近视率为 34%, 预计 2050 年将达到 49.8%, 其中 9.8% 为高度近视^[1]。中国近视问题较为严峻, 2020 年我国儿童青少年总体近视率为 52.7%, 其中近 10% 为高度近视^[2]。近视, 特别是高度近视, 易增加导致失明和视力损害的并发症的发生风险, 如高度近视发生黄斑变性的风险是正视眼的 845 倍^[3]。此外, 在全球范围内, 未矫正近视导致的视力损害已造成 2 440 亿美元的生产力损失, 近视性黄斑变性导致的失明造成了 60 亿美元的生产力损失^[4]。降低近视率的关键在于掌握儿童青少年屈光发育规律, 将近视防控的关口前移。一项历时 12 年的队列研究结果显示, 延迟近视发病年龄可显著降低成年后发生高度近视的风险^[5]。近视每减缓 1 D 左右, 可减少 40% 的近视性黄斑变性发生风险^[6]。大规模的流行病学研究已对儿童青少年屈光发育现状进行了广泛的调查, 但福建地区缺乏相关数据。本研究旨在通过分析福州市 6~16 岁儿童青少年屈光发

育现状, 探索睫状肌麻痹后等效球镜度 (spherical equivalent, SE) 与眼球生物学参数眼轴长度 (axial length, AL)、角膜曲率半径 (corneal radius, CR)、AL/CR 比值的相关性, 以期更好地开展青少年近视防控工作。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用横断面研究设计, 收集了福州市 2021 年 1 月 1 日至 12 月 31 日于福州眼科医院行眼部屈光度及眼球生物学参数测定的儿童青少年患者资料。纳入标准: ①年龄为 6~16 岁; ②双眼最佳矫正视力为 1.0 及以上; ③眼压为 10~21 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 且两眼差值 < 5 mmHg; ④眼部屈光度及眼球生物学参数记录完整。排除标准: ①近期有眼部活动性病变; ②既往有先天性白内障、先天性青光眼、斜视、眼部手术史等; ③正在配戴角膜塑形镜或硬性角膜接触镜。本研究遵循赫尔辛基宣言, 经厦门大学

附属厦门眼科中心伦理委员会审核批准(批文号: XMYKZX-KY-2022-001), 本研究开展过程中均已获得调查对象或相关监护人的知情同意授权书。

1.2 数据收集

研究收集资料包括患者年龄、性别、SE、AL、CR 及 AL/CR 比值。所有参与者均使用 0.5% 复方托吡卡胺滴眼液(美多丽, 日本参天制药)进行睫状肌麻痹, 双眼每 5 min 点眼 1 次, 共点眼 3 次, 最后 1 次点眼 30 min 后进行验光^[7]; 睫状肌麻痹后使用自动电脑验光仪(Topcon KR-8900, 日本)测量屈光不正度数, 每眼测量 3 次, 任意 2 次 SE 值差异 > 0.50 D 需重测, 由此得出每位参与者的球镜和柱镜度数及柱镜轴位, 并转换为 SE 度数(SE 度数 = 球镜度 + 1/2 柱镜度), 根据 SE 度数将参与者屈光状态分为远视(SE > +0.50 D)、正视(+0.50 D ≥ SE > -0.50 D)、近视(SE ≤ -0.50 D), 其中近视分为低度近视(-3.00 D < SE ≤ -0.50 D)、中度近视(-6.00 D < SE ≤ -3.00 D)、高度近视(SE ≤ -6.00 D)^[8]。眼球生物学参数(AL 值、CR 值)由 AL-SCAN(Nidek CO, 日本)测得, 取 3 次结果的平均值。将 AL-SCAN 数据(AL 值和 CR 值)上传屈光建档软件后计算 AL/CR 比值。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 进行统计分析。符合正态分布的计量资料以均数与标准差表示, 计数资料采

用频数和百分比表示。3 个组及以上数据比较采用单因素方差分析, 年龄、屈光度和眼球生物学参数相关性分析采用 Pearson 相关性分析, 不同性别组眼球生物学参数差异分析采用独立样本 *t* 检验, 不同近视程度组眼球生物学参数相关性分析采用 Spearman 相关性分析。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入 2 888 例患者, 均取右眼进行分析, 其中男性 1 466 例(50.8%)、女性 1 422 例(49.2%), 患者平均年龄为(11.03 ± 2.50)岁。纳入患者的睫状肌麻痹后 SE 平均为(-1.86 ± 2.10) D, AL 平均为(24.32 ± 1.12) mm, CR 平均为(7.81 ± 0.26) mm, AL/CR 比值平均为 3.12 ± 0.13。

2.2 不同年龄组儿童青少年屈光度和眼球生物学参数的分布及相关性分析

如表 1, 不同年龄组睫状肌麻痹后 SE、AL、AL/CR 比值差异均具有统计学意义($P < 0.001$)。Pearson 相关性分析结果显示, 睫状肌麻痹后 SE 与年龄呈负相关关系($r = -0.356, P < 0.01$), SE 随年龄增加呈下降趋势, 屈光状态向近视漂移; AL、AL/CR 比值与年龄呈正相关关系($r = 0.413, P < 0.01$; $r = 0.425, P < 0.01$), 随着年龄增长, AL、AL/CR 比值均呈增长趋势; CR 则随年龄变

表 1 不同年龄儿童青少年屈光度和眼球生物学参数的分布($\bar{x} \pm SD$)

Table 1. Distribution of diopter and ocular biological parameters in children and adolescents by ages ($\bar{x} \pm SD$)

年龄(岁)	人数(n)	睫状肌麻痹后SE(D)	AL(mm)	CR(mm)	AL/CR
6	63	0.10 ± 1.81	23.00 ± 0.95	7.78 ± 0.27	2.96 ± 0.11
7	220	-0.44 ± 1.94	23.33 ± 0.99	7.79 ± 0.27	3.00 ± 0.11
8	279	-0.88 ± 2.13	23.78 ± 1.06	7.82 ± 0.26	3.04 ± 0.13
9	312	-1.41 ± 1.64	24.04 ± 0.91	7.79 ± 0.26	3.09 ± 0.11
10	352	-1.68 ± 1.84	24.27 ± 0.96	7.81 ± 0.26	3.11 ± 0.11
11	341	-1.95 ± 1.78	24.36 ± 0.95	7.79 ± 0.25	3.13 ± 0.11
12	326	-2.15 ± 1.99	24.49 ± 1.05	7.79 ± 0.24	3.15 ± 0.11
13	475	-2.55 ± 2.01	24.75 ± 1.02	7.82 ± 0.26	3.17 ± 0.12
14	325	-2.72 ± 2.13	24.82 ± 1.07	7.82 ± 0.25	3.18 ± 0.13
15	128	-2.71 ± 2.26	24.90 ± 1.21	7.85 ± 0.26	3.17 ± 0.13
16	67	-2.91 ± 2.21	24.82 ± 1.04	7.81 ± 0.26	3.18 ± 0.12
F值, P值		44.080, <0.001	73.205, <0.001	1.275, 0.239	72.735, <0.001
r值, P值		-0.356, <0.001	0.413, <0.001	0.035, >0.05	0.425, <0.001

注: SE: 等效球镜度(spherical equivalent); AL: 眼轴长度(axial length); CR: 角膜曲率半径(corneal radius); AL/CR: 眼轴与平均角膜曲率半径的比值

化基本保持稳定,与年龄之间的相关性不显著($r=0.035, P > 0.05$),详见表 1。AL、AL/CR 比值与睫状肌麻痹后 SE 呈负相关关系($r=-0.720, P < 0.01; r=-0.861, P < 0.01$),SE 越小,近视度数越高,AL 越长,AL/CR 比值越大;CR 与 SE 呈正相关关系($r=0.091, P < 0.01$),SE 越小,近视度数越高,CR 越小,角膜曲率越陡峭,详见表 2。此外,CR、AL/CR 比值与 AL 呈正相关关系($r=0.475, P < 0.01; r=0.725, P < 0.01$);

CR 与 AL/CR 呈负相关关系($r=-0.261, P < 0.01$),详见表 2。

2.3 不同性别儿童青少年屈光度和眼球生物学参数的分布

不同性别间 AL、CR 及 AL/CR 比值差异有统计学意义($P < 0.001$)。与男性相比,女性 AL 更短,CR 更小、角膜曲率更陡峭,AL/CR 比值略低;但在睫状肌麻痹后 SE 上则与男性相比差异未达到统计学意义($P > 0.05$),详见表 3。

表2 屈光度与眼球生物学参数相关性分析

Table 2. Correlation analysis of diopter and ocular biological parameters

	睫状肌麻痹后SE (D)	AL (mm)	CR (mm)	AL/CR
睫状肌麻痹后SE (D)	1	-0.720*	0.091*	-0.861*
AL (mm)	-0.720*	1	0.475*	0.725*
AL/CR	-0.861*	0.725*	-0.261*	1
CR (mm)	0.091*	0.475*	1	-0.261*

注: *表示 $P < 0.01$; SE: 等效球镜度 (spherical equivalent); AL: 眼轴长度 (axial length); CR: 角膜曲率半径 (corneal radius); AL/CR: 眼轴与平均角膜曲率半径的比值

表3 不同性别儿童青少年屈光度和眼生物学参数的分布 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 3. Distribution of diopter and ocular biological parameters by genders ($\bar{x} \pm SD$)

性别	人数 (n)	睫状肌麻痹后SE (D)	AL (mm)	CR (mm)	AL/CR
男	1 466	-1.87 \pm 2.05	24.59 \pm 1.09	7.87 \pm 0.25	3.13 \pm 0.13
女	1 422	-1.85 \pm 2.15	24.04 \pm 1.09	7.74 \pm 0.25	3.11 \pm 0.13
t值		-0.224	13.590	4.148	13.510
P值		0.823	<0.001	<0.001	<0.001

注: SE: 等效球镜度 (spherical equivalent); AL: 眼轴长度 (axial length); CR: 角膜曲率半径 (corneal radius); AL/CR: 眼轴与平均角膜曲率半径的比值

2.4 不同屈光状态和近视程度儿童青少年眼球生物学参数的分布及相关性分析

不同屈光状态组在 AL 方面差异达到统计学意义($P < 0.001$),近视组 AL 显著高于正视组和远视组(表 4)。Spearman 相关性分析结果显示,AL 与近视程度呈正相关关系($r=0.636, P < 0.01$),近视程度越高,AL 越长(表 5)。

不同屈光状态组在 CR 方面差异无统计学意

义($P=0.078$),但不同近视程度组在 CR 上差异有统计学意义($P < 0.001$),CR 与近视程度呈负相关关系($r=-0.067, P < 0.01$),高度近视组 CR 较中度近视和低度近视组更小,即角膜曲率更陡峭(表 4、表 5)。不同屈光状态组间 AL/CR 差异有统计学意义($P < 0.001$),AL/CR 与近视程度呈正相关关系($r=0.767, P < 0.01$),近视程度越高,AL/CR 比值越高(表 5)。

表4 不同屈光状态儿童青少年眼球生物学参数的分布 ($\bar{x} \pm SD$)

Table 4. Distribution of ocular biological parameters in children and adolescents with different refractive states ($\bar{x} \pm SD$)

屈光状态	人数 (n)	AL (mm)	CR (mm)	AL/CR
远视	252	22.67 \pm 0.97	7.82 \pm 0.29	2.90 \pm 0.11
正视	307	23.59 \pm 0.79	7.83 \pm 0.25	3.01 \pm 0.07
近视	2 329	24.59 \pm 0.97	7.80 \pm 0.25	3.15 \pm 0.11
F值		590.898	2.558	829.340
P值		<0.001	0.078	<0.001

注: AL: 眼轴长度 (axial length); CR: 角膜曲率半径 (corneal radius); AL/CR: 眼轴与平均角膜曲率半径的比值

表5 不同近视程度儿童青少年眼球生物学参数的分布 ($\bar{x} \pm SD$)
Table 5. Distribution of ocular biological parameters in children and adolescents having different degrees of myopia ($\bar{x} \pm SD$)

近视程度	人数 (n)	AL (mm)	CR (mm)	AL/CR
低度近视	1 594	24.26 ± 0.79	7.82 ± 0.26	3.10 ± 0.07
中度近视	633	25.18 ± 0.81	7.78 ± 0.24	3.24 ± 0.08
高度近视	102	26.10 ± 1.16	7.71 ± 0.28	3.39 ± 0.12
F值, P值		535.039, <0.001	11.184, <0.001	1 222.910, <0.001
r值, P值		0.636, <0.001	-0.067, <0.001	0.767, <0.001

注: AL: 眼轴长度 (axial length); CR: 角膜曲率半径 (corneal radius); AL/CR: 眼轴与平均角膜曲率半径的比值

3 讨论

本研究对 6~16 岁中国福州市儿童青少年的 SE、AL、CR 和 AL/CR 比值等数据进行横断面研究, 结果显示随着年龄增加, AL、AL/CR 比值呈增长趋势, 屈光状态向近视漂移, CR 则基本保持稳定、年龄之间变化很小。与男性相比, 女性 AL 更短, 角膜曲率更陡, AL/CR 比值略低, 而屈光度数差异不大。近视的儿童青少年比正视和远视者的 AL 更长、AL/CR 比值更高, 且近视程度越高, AL 越长, AL/CR 比值越高, 与中国武汉^[9]和上海^[10]的报告数据相似。与欧洲儿童相比, 中国儿童 AL 普遍较长, 并随年龄增长呈增加趋势^[11-13]。而 AL 与病理性近视眼并发症的发生率和严重程度密切相关, 眼轴越长, 发生后巩膜葡萄肿、黄斑劈裂、黄斑裂孔、视网膜脱离等并发症的风险越高^[14]。因此, AL 可作为儿童青少年近视眼防控工作中日常筛查和临床诊疗的常规指标^[15]。当发现儿童青少年 AL 增长过快时, 应及时查找原因, 并改变如户外活动少、近距离用眼时间长等不良习惯^[16], 同时采取如角膜塑形镜、低浓度阿托品和离焦眼镜等必要的干预手段^[17]。

本研究结果显示, 福州市儿童青少年在 8 岁时的屈光度为低度近视, 近视年龄低于上海报告数据 (10 岁)^[10]。近视发病年龄偏小是近视进展的独立危险因素^[18], 发病越早, 近视度数进展越快, 眼轴增长越快, 未来发生高度近视的可能性越大^[5]。因此, 福州市儿童应更早地进行屈光发育建档, 监测远视储备和眼轴的变化。

决定儿童屈光发育的三个主要因素是 AL、晶状体屈光力和角膜曲率, 一般认为 3 岁以后人眼角膜曲率基本不再变化^[19]。本研究中, CR 基本保持稳定, 不受年龄影响, 与此规律相符。但

不同近视程度组中, 高度近视组的 CR 显著低于低度近视组和中度近视组, 即高度近视的角膜曲率更加陡峭, 提示角膜曲率可能是近视进展的一个重要影响因素。儿童的屈光发育是一个动态的过程, 而本研究为横断面研究, 未进行长期随访, 未知近视发生前后的眼球生物学参数数据, 无法确定近视患者是否存在角膜曲率的变化, 需进一步的探索与研究。

眼球生物学参数是影响屈光不正最重要的因素, 眼球的屈光状态是 AL 与角膜曲率等参数之间的动态匹配结果^[15]。单次的 AL 或 CR 检查结果不足以评判患者属于哪种屈光状态, AL/CR 比值与屈光度之间的相关性更高, 其可能是评估屈光不正及监控近视进展的敏感指标^[20]。本研究结果显示, AL/CR 比值远视组 < 3, 正视组 ≈ 3, 近视组 > 3, 近视程度越高, AL/CR 比值越高。AL/CR 比值 > 3 适用于儿童青少年近视的筛查参考^[6]。降低近视率的关键在于预防, 即早发现远视储备不足的人群。但本研究中远视组的样本量较少, 无法探讨不同远视程度与 AL/CR 比值的关, 只能初步确定远视的 AL/CR 比值 < 3, 但无法确定不同远视程度对应的 AL/CR 比值, 需要收集更多的远视患者数据, 进一步分析远视度数与 AL/CR 的关系, 才能确定 AL/CR 比值用于评估远视储备值的可行性。

本研究报告了福州市 6~16 岁儿童青少年屈光度和 AL、CR 及 AL/CR 比值等眼球生物学参数的分布情况。随着年龄增加, AL 增长、AL/CR 比值增大、屈光状态向近视漂移, AL/CR 比值 > 3 适用于儿童青少年近视的筛查参考, 但暂时无法评估远视储备值。现有研究存在一定的局限性, 如未进行长期随访, 且远视和正视患者数量较少, 无法探知近视发生前后的眼球生物学参数

的变化。未来需进一步完善,以全面了解屈光状态变化与眼球生物学参数之间的关系,探寻快速而准确评估儿童青少年远视储备的方法,以期促进更高和更早的近视临床前期检出率,从而早期预防近视的发生。

参考文献

- 1 Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. *Ophthalmology*, 2016, 123: 1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- 2 国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委员会 2021 年 7 月 13 日新闻发布会文字实录 [EB/OL]. (2021-07-13) [2022-03-03]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/s3574/202107/2fef24a3b77246fc9fb36dc8943af700.shtml>.
- 3 Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JW, et al. The complications of myopia: a review and meta-analysis[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2020, 61(4): 49. DOI: 10.1167/iovs.61.4.49.
- 4 Modjtahedi BS, Abbott RL, Fong DS, et al. Reducing the global burden of myopia by delaying the onset of myopia and reducing myopic progression in children: the academy's task force on myopia[J]. *Ophthalmology*, 2021, 128(6): 816–826. DOI: 10.1016/j.ophtha.2020.10.040.
- 5 Hu Y, Ding X, Guo X, et al. Association of age at myopia onset with risk of high myopia in adulthood in a 12-year follow-up of a Chinese cohort[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2020, 138(11): 1129–1134. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2020.3451.
- 6 Sankaridurg PR, Holden BA. Practical applications to modify and control the development of ametropia[J]. *Eye (Lond)*, 2014, 28(2): 134–141. DOI: 10.1038/eye.2013.255.
- 7 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组. 中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识(2019年)[J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(1): 7–12. [Chinese Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Expert consensus on optometry after cycloplegia and safe drug use (2019)[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2019, 55(1): 7–12.] DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.01.003.
- 8 Jong M, Resnikoff S, Tan KO, 等. 亚洲近视管理共识 [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2022, 24(3): 161–169. [Jong M, Resnikoff S, Tan KO, et al. Consensus on myopia management for Asia[J]. *Chinese Journal of Optometry Ophthalmology and Visual Science*, 2022, 24(3): 161–169.] DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20211125-00459.
- 9 Sanz Diez P, Yang LH, Lu MX, et al. Growth curves of myopia-related parameters to clinically monitor the refractive development in Chinese schoolchildren[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2019, 257(5): 1045–1053. DOI: 10.1007/s00417-019-04290-6.
- 10 He X, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Normative data and percentile curves for axial length and axial length/corneal curvature in Chinese children and adolescents aged 4–18 years[J]. *Br J Ophthalmol*, 2021. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2021-319431.
- 11 Momeni-Moghaddam H, Hashemi H, Zarei-Ghanavati S, et al. Four-Year change in ocular biometric components and refraction in schoolchildren: a cohort study[J]. *J Curr Ophthalmol*, 2018, 31(2): 206–213. DOI: 10.1016/j.joco.2018.10.009.
- 12 Tideman JW, Polling JR, Vingerling JR, et al. Axial length growth and the risk of developing myopia in European children[J]. *Acta Ophthalmol*, 2018, 96(3): 301–309. DOI: 10.1111/aos.13603.
- 13 Rauscher FG, Francke M, Hiemisch A, et al. Ocular biometry in children and adolescents from 4 to 17 years: a cross-sectional study in central Germany[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2021, 41(3): 496–511. DOI: 10.1111/aos.13603.
- 14 魏文斌, 董力. 重视病理性近视眼的眼底并发症提升病理性近视眼综合防治水平 [J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(6): 401–405. [Wei WB, Dong L. Paying attention to the fundus complications and improving the prevention and treatment of pathological myopia[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2021, 57(6): 401–405.] DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210114-00035.
- 15 中华预防医学会公共卫生眼科学分会. 中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识(2022年)[J]. *中华眼科杂志*, 2022, 58(2): 96–102. [Public Health Ophthalmology Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Chinese expert consensus on the reference interval of ocular hyperopia reserve, axial length, corneal curvature and genetic factors in school age children (2022)[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, 2022, 58(2): 96–102.] DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210603-00267.
- 16 Morgan IG, Wu PC, Ostrin LA, et al. IMI risk factors for myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(5): 3. DOI:

- 10.1167/iops.62.5.3.
- 17 Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. IMI prevention of myopia and its progression[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2021, 62(5): 6. DOI: 10.1167/iops.62.5.6.
- 18 Gifford KL, Richdale K, Kang P, et al. IMI clinical management guidelines report[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2019, 60(3): M184–M203. DOI: 10.1167/iops.18–25977.
- 19 向棹宇, 林秋蓉, 许琰, 等. 3~12 岁儿童晶状体屈光力变化趋势及其影响因素分析 [J]. 中华实验眼科杂志, 2021, 39(6): 550–556. [Xiang ZY, Lin QR, Xu Y, et al. Analysis of lens power and its influencing factors in children aged 3–12 years[J]. Chinese Journal of Experimental Ophthalmology, 2021, 39(6): 550–556.] DOI: 10.3760/cma.j.cn115989–20200304–00138.
- 20 Foo VH, Verkicharla PK, Ikram MK, et al. Axial length/corneal radius of curvature ratio and myopia in 3-year-old children[J]. Transl Vis Sci Technol, 2016, 5(1): 5. DOI: 10.1167/tvst.5.1.5.

收稿日期: 2022 年 03 月 17 日 修回日期: 2022 年 04 月 18 日
本文编辑: 桂裕亮 黄 笛

引用本文: 林佳佳, 刘春民. 福州市6~16岁儿童青少年屈光发育现状[J]. 医学新知, 2022, 32(6): 434–440. DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.202203031.

Lin JJ, Liu CM. Status of refractive development among children and adolescents aged 6~16 in Fuzhou[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2022, 32(6): 434–440. DOI: 10.12173/j.issn.1004–5511.202203031.