

3~6岁学龄前儿童各屈光参数情况及其与等效球镜的相关分析

李童¹, 于睿², 张凤一¹, 王亚彤¹, 许昊³, 高洪莲¹, 张磊¹

引用:李童,于睿,张凤一,等. 3~6岁学龄前儿童各屈光参数情况及其与等效球镜的相关分析. 国际眼科杂志 2023; 23(7): 1189-1195

作者单位:¹(256600)中国山东省滨州市,滨州医学院附属医院眼科;²(310000)中国浙江省杭州市,浙江大学医学院附属儿童医院眼科;³(250000)中国山东省济南市,山东中医药大学附属眼科医院

作者简介:李童,滨州医学院在读硕士研究生,研究方向:眼视光医学。

通讯作者:张磊,博士,主任医师,主任,教授,硕士研究生导师,研究方向:近视防控、神经眼科. zhangleisd@263.net

收稿日期:2023-02-02 修回日期:2023-06-13

摘要

目的:探讨3~6岁学龄前儿童各屈光参数的分布情况及其与等效球镜(SE)的关系,并评估各筛查指标在诊断屈光不正方面的准确性。

方法:横断面研究。选取同意完成散瞳验光的3~6岁学龄前儿童,共计791名。测量眼轴长度(AL)、角膜屈光力(K),小瞳孔下电脑验光和散瞳验光后SE,然后计算角膜曲率半径(CR)及眼轴长度/角膜曲率半径(AL/CR)比值。

结果:共纳入791名学生,其中男生400人(50.6%),女生391人(49.4%)。AL、CR、AL/CR及SE平均值分别为 $22.62\pm 0.94\text{mm}$ 、 $7.81\pm 0.29\text{mm}$ 、 2.90 ± 0.09 、 $+1.95\pm 1.31\text{D}$ 。AL、CR及AL/CR随年龄的增大而增大;男生AL及CR显著大于女生(均 $P<0.001$),男生与女生AL/CR及SE均无差异($P=0.82, 0.19$)。SE与AL/CR、AL、CR的相关系数分别为 -0.86 、 -0.50 、 0.16 。多元线性回归表明:AL/CR每增加1个单位,SE向近视转变10.91个单位。AL/CR筛查近视的灵敏度为94.44%,特异度为90.46%,约登指数为0.84;小瞳孔下电脑验光筛查近视的灵敏度为100%,特异度为66.09%,约登指数为0.66;以AL/CR及AL作为筛查近视的指标绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线),曲线下面积分别为0.967、0.809。

结论:在难以进行散瞳验光的大规模群体筛查活动中,AL/CR相对于AL和小瞳孔下电脑验光来说,可以更好地评估屈光状态,且其筛查近视及发现远视储备小于同年龄段儿童的效能也相对更好。

关键词:学龄前儿童;眼轴长度;眼轴长度/角膜曲率半径比值(AL/CR);远视储备;屈光不正;近视;等效球镜

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.7.25

Analysis of refractive parameters and theirs correlation with spherical equivalent in preschool children aged 3 to 6 years

Tong Li¹, Rui Yu², Feng - Yi Zhang¹, Ya - Tong Wang¹, Hao Xu³, Hong - Lian Gao¹, Lei Zhang¹

¹Department of Ophthalmology, Binzhou Medical University Hospital, Binzhou 256600, Shandong Province, China;

²Department of Ophthalmology, Children's Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310000, Zhejiang Province, China; ³Affiliated Eye Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250000, Shandong Province, China

Correspondence to: Lei Zhang. Department of Ophthalmology, Binzhou Medical University Hospital, Binzhou 256600, Shandong Province, China. zhangleisd@263.net

Received:2023-02-02 Accepted:2023-06-13

Abstract

• **AIM:** To investigate the distribution of refractive parameters and theirs correlation with spherical equivalent(SE) in preschool children aged 3 to 6 years, and evaluate the accuracy of each screening index in diagnosing refractive errors.

• **METHODS:** Cross - sectional study. A total of 791 preschool children, ranging from 3 to 6 years old, who consented to undergo mydriatic refraction were selected. Axial length (AL), corneal refractive power (K), and SE were measured after microcoria optometry and mydriatic optometry. Additionally, the corneal radius of curvature (CR) and the axial length/corneal radius of curvature (AL/CR) ratio were calculated.

• **RESULTS:** A total of 791 students participated in the study, out of which 400 (50.6%) were male and 391 (49.4%) were female. The mean values for AL, CR, AL/CR, and SE were $22.62\pm 0.94\text{mm}$, $7.81\pm 0.29\text{mm}$, 2.90 ± 0.09 , and $+1.95\pm 1.31\text{D}$, respectively. AL, CR, and AL/CR increased with age. AL and CR were significantly higher in males than in females (all $P<0.001$), while there was no statistically significant difference between AL/CR and SE in males and females ($P=0.82, 0.19$). The correlation coefficients of SE and AL/CR, AL and CR were -0.86 , -0.50 and 0.16 , respectively. The results of multiple linear regression analysis indicate that for each unit increase in AL/CR, there was a corresponding shift of 10.91 towards myopia in SE. The sensitivity of AL/CR in screening for myopia was 94.44%, with a specificity of 90.46% and a

Youden index of 0.84. For screening myopia under microcoria optometry, the sensitivity was 100%, with a specificity of 66.09% and a Youden index of 0.66. The area under the curve was 0.967 and 0.809 when the ROC curves were plotted using AL/CR and AL as indicators for screening myopia, respectively.

• **CONCLUSION:** For large group screening activities where mydriatic optometry is not feasible, AL/CR is better for evaluating refractive status and identifying children with myopia and hyperopia reserve that are lower than normal for their age, compared to AL and microcoria optometry.

• **KEYWORDS:** preschool children; axial length; axial length/corneal radius of curvature ratio (AL/CR); hyperopia reserve; refractive errors; myopia; spherical equivalent

Citation: Li T, Yu R, Zhang FY, et al. Analysis of refractive parameters and their correlation with spherical equivalent in preschool children aged 3 to 6 years. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(7):1189-1195

0 引言

屈光不正已成为全球关注的公共卫生和社会问题,其中近视占绝大多数^[1-6]。人眼是一个复杂的屈光系统,与泪膜、角膜、前房深度、晶状体及玻璃体密切相关,在儿童生长发育时期,各个屈光参数不断发生变化,其最终平衡状态决定了眼球的屈光状态^[7-8]。我国青少年儿童近视主要以轴性近视为主,即眼轴长度(axial length, AL)未能保持在正常范围内^[9]。然而,有些 AL 相对较短的眼睛的屈光状态可能是近视,而 AL 相对较长的眼睛的屈光状态也有可能是远视。这是因为眼睛屈光成分的代偿性调节涉及到 AL 与角膜曲率半径(corneal radius of curvature, CR),轻度远视眼通过代偿性增加 AL 来匹配 CR,由于角膜是相对稳定的,随着 AL 继续变长,眼睛的屈光状态由正视变为近视^[1]。大量研究发现,眼轴长度/角膜曲率半径(axial length/corneal radius of curvature ratio, AL/CR)比值与屈光状态的关系较 AL 更为密切^[10-14]。近年来,我国青少年儿童近视呈高发、低龄化、重度化趋势^[15],专家普遍认为近视防控关口应提前至学龄儿童^[16],重视远视储备的检查^[17],部分地区已经尝试开始使用 AL 及 AL/CR 来评估屈光状态^[1,18-20],也发表了《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》^[21],但对于学龄前儿童相关参数研究较少。本研究以 3~6 岁学龄前儿童为研究对象,通过分析各屈光参数的分布情况及其与屈光状态的关系,进一步阐明学龄前儿童眼球生长发育和屈光状态变化情况,评估各屈光参数对其屈光发育的监测作用,期望为近视防控工作提供帮助。

1 对象和方法

1.1 对象 横断面研究。选取 2021-03/05 在北方某城区幼儿园视力筛查中同意进行散瞳验光的 3~6 岁学龄前儿童 791 名。排除标准:影响视力及屈光检查的相关疾病(如先天性白内障、眼球震颤、上睑下垂、斜视、弱视^[22]),

近 1mo 配戴角膜接触镜,既往有眼部手术史、外伤史等。本研究遵循《赫尔辛基宣言》。向每所幼儿园解释了该研究的性质和可能的结果,在校长同意参加后,向所有孩子的监护人详细说明检查的细节,并签署知情同意书。在检查当天取得受试者的口头同意。

1.2 方法 测量 AL、角膜屈光力(corneal refractive power, K),小瞳孔下电脑验光和散瞳验光后等效球镜(spherical equivalent, SE),然后计算 CR 及 AL/CR。

1.2.1 眼科检查 所有受试者均由经验丰富且经过统一培训的验光师及眼科医师进行眼前节及眼位检查。采用 ARK-510A 全自动电脑验光仪进行屈光度检测,每只眼连续测量 3 次,取平均值。所有受试者选用 1% 硫酸阿托品眼用凝胶行睫状肌麻痹,每天点眼 3 次,连续 3d,观察瞳孔直径及瞳孔对光反射,若瞳孔直径>6mm 或瞳孔对光反射消失,则进行电脑验光^[21,23],分别记录球镜度数、柱镜度数及轴位。根据以下公式换算 SE, SE = 球镜度数 + 1/2 柱镜度数。采用非接触眼生物测量仪(IOL Master)测量受检者 AL、水平角膜屈光力(horizontal corneal refractive power, K1)、垂直角膜屈光力(vertical corneal refractive power, K2),根据以下公式计算 CR, CR = 1000(n₂ - n₁)/K (K 为 K1 和 K2 的平均值, n₁ 为空气屈光指数 1.0000, n₂ 为角膜屈光指数 1.3375),然后计算 AL/CR 比值。

1.2.2 筛查指标评定标准 散瞳验光法:根据 SE 分为以下 5 组,正视(>-0.50 ~ <+0.50D)、轻度近视(>-3.00 ~ -0.50D)、中高度近视(≤-3.00D)、轻度远视(+0.50 ~ <+3.00D)、中高度远视(≥+3.00D);AL/CR 法:AL/CR>3 作为近视诊断的阳性临界值。

1.2.3 质量控制 在研究开始前,充分告知幼儿园老师、受试者监护人及受试者具体检查流程,对所有验光师及眼科医师进行了相关培训。在整个研究过程中,均使用相同的仪器设备,每天检查和校准所有设备。通过复查处理不可靠结果。

统计学分析:采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。计数资料以率表示,计算不同屈光类型的患病率;对计量资料进行正态性检验,符合正态分布以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表达,不同性别的屈光参数比较采用独立样本 *t* 检验,散瞳前后 SE 变化采用配对样本 *t* 检验,不同年龄、不同屈光组间各屈光参数比较采用单因素方差分析。SE 与各屈光参数相关性采用皮尔逊相关性分析。|*r*| 在 0.8~1,表示极强相关;在 0.6~<0.8,表示强相关;在 0.4~<0.6,表示中等相关;在 0.2~<0.4,表示弱相关。采用多元线性回归分析进行影响因素分析。以散瞳验光结果为诊断近视的金标准,用灵敏度、特异度、约登指数等指标探讨各筛查指标诊断近视的准确性。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

由于右眼 AL(*r*=0.98, *P*<0.001)和 CR(*r*=0.54, *P*<0.001)与左眼的 AL、CR 密切相关,因此本研究只分析右眼的的数据。

2.1 屈光状态检出情况 在完成散瞳验光的 791 名 3~6 岁学龄前儿童中,男生 400 人(50.6%),女生 391 人(49.4%);3 岁 214 人(27.1%),4 岁 196 人(24.8%),5 岁

189人(23.9%),6岁192人(24.3%);轻度远视组500人(63.2%),中高度远视组187人(23.6%),正视组68人(8.6%),轻度近视组36人(4.6%)。表1展示了不同年龄、不同性别学龄前儿童的屈光情况。随着年龄的增长,远视的发生率逐渐降低,近视的发生率逐渐增加。总体来看,被试儿童多处于远视状态,随着时间的发展,其屈光状态逐渐由中高度远视转变为轻度远视再转变为正视,从4岁开始,已有被试儿童出现近视。

2.2 不同年龄和不同性别及不同屈光组间屈光参数的比较 AL、CR、AL/CR、SE平均值分别为 $22.62\pm 0.94\text{mm}$ 、 $7.81\pm 0.29\text{mm}$ 、 2.90 ± 0.09 、 $+1.95\pm 1.31\text{D}$ 。AL随着年龄的增长而增长,每年增长 $0.02\sim 0.71\text{mm}$,除4岁与5岁组间无显著差异,其余各年龄组间存在显著差异($F=91.63, P<0.001$)。AL/CR随着年龄的增长而增长,每年增长 $0.00\sim 0.07$,除4岁与5岁组无显著差异,其余各年龄组间存在显著差异($F=121.27, P<0.001$)。SE随着年龄的增长呈下降趋势,每年下降 $0.41\sim 1.00\text{D}$,各年龄组间存在显著差异($F=188.71, P<0.001$);而CR随着年龄缓慢增长,每年增长 $0.00\sim 0.04\text{mm}$,仅在3岁与6岁组间有显著差异,其余各组之间无显著差异($F=2.92, P=0.03$)。男生AL显著长于女性($t=6.77, P<0.001$),男生CR显著大于女生($t=7.99, P<0.001$),男生与女生AL/CR差异无统计学意义($t=-0.22, P=0.82$),男生与女生SE差异无统计学意义($t=1.30, P=0.19$),见表2。除正视组与轻度近视组间AL无显著差异,其余各屈光组间AL均存在显著差异($F=78.63, P<0.001$)。除中高度远视组与轻度远视组、轻度近视组间CR有显著差异,其余各组间CR无显著差异($F=9.28, P<0.001$)。中高度远视组、轻度远视组、正视组、轻度近视组间AL/CR存在显著差异($F=527.22, P<0.001$)。中高度远视组、轻度远视组、正视组、轻度近视组间SE存在显著差异($F=1543.12, P<0.001$),见表3。不同SE组间AL/CR百分位数及95%CI见表4。

2.3 散瞳前后SE比较 随着年龄的增长,散瞳前SE由3岁时平均值 0.00D 减少至6岁平均值 -0.83D ,除3岁与4、5岁,4岁与5岁间无显著差异,其余各组间均有显著差异($F=23.30, P<0.001$)。男生与女生散瞳前SE差异无统计学意义($t=0.60, P=0.55$)。散瞳后SE由3岁平均值 3.09D 减少至6岁平均值 0.82D ,各年龄组间均存在显著差异($F=188.71, P<0.001$);男生与女生散瞳后SE差异无统计学意义($t=1.30, P=0.19$),见表5。散瞳后SE($+1.95\pm 1.31\text{D}$)较散瞳前($-0.22\pm 1.23\text{D}$)增加,差异有统计学意义($t=-43.14, P<0.001$)。

2.4 SE与AL、CR、AL/CR的相关性分析 AL与SE呈中等负相关($r=-0.50, P<0.001$,图1),CR与SE无相关性($r=0.16, P=0.95$,图2),而AL/CR与SE呈极强负相关($r=-0.86, P<0.001$,图3)。将睫状肌麻痹后获得的SE作为因变量,自变量为AL/CR,协变量为年龄与性别,进行多元线性回归分析。其中,AL/CR、年龄及性别可以解释SE变化原因的78.3%,AL/CR、年龄显著负向影响SE,AL/CR每增加1个单位,SE平均降低10.91个单位;而性别不能显著影响SE的变化,见表6。

表1 3~6岁学龄前儿童远视、正视、近视发生率 人(%)

参数	人数	远视	正视	近视
总计	791	687(86.9)	68(8.6)	36(4.6)
年龄(岁)				
3	214	214(100.0)	0	0
4	196	183(93.4)	11(5.6)	2(1.0)
5	189	167(88.4)	9(4.8)	13(6.9)
6	192	123(64.1)	48(25.0)	21(10.9)
性别				
男	400	353(88.2)	32(8.0)	15(3.8)
女	391	334(85.4)	36(9.2)	21(5.4)

表2 不同年龄、不同性别学龄前儿童屈光参数情况 $\bar{x}\pm s$

参数	AL(mm)	CR(mm)	AL/CR	SE(D)
年龄(岁)				
3	21.99 ± 0.62	7.77 ± 0.26	2.83 ± 0.07	$+3.09\pm 0.90$
4	22.60 ± 0.87	7.81 ± 0.30	2.90 ± 0.08	$+2.09\pm 1.05$
5	22.62 ± 0.79	7.81 ± 0.30	2.90 ± 0.08	$+1.68\pm 1.09$
6	23.33 ± 0.94	7.85 ± 0.30	2.97 ± 0.07	$+0.82\pm 1.05$
性别				
男	22.83 ± 0.89	7.89 ± 0.28	2.90 ± 0.09	$+2.01\pm 1.27$
女	22.39 ± 0.94	7.73 ± 0.27	2.90 ± 0.09	$+1.89\pm 1.35$

表3 不同屈光组学龄前儿童屈光参数情况 $\bar{x}\pm s$

组别	AL(mm)	CR(mm)	AL/CR	SE(D)
轻度远视组	22.62 ± 0.85	7.77 ± 0.29	2.91 ± 0.06	$+1.81\pm 0.69$
中高度远视组	22.08 ± 0.79	7.90 ± 0.29	2.79 ± 0.05	$+3.59\pm 0.55$
正视组	23.53 ± 0.75	7.83 ± 0.22	3.01 ± 0.05	$+0.08\pm 0.31$
轻度近视组	23.69 ± 0.90	7.76 ± 0.28	3.05 ± 0.04	-0.94 ± 0.45

注:轻度远视组: $+0.50\text{D}\leq \text{SE}<+3.00\text{D}$;中高度远视组: $\text{SE}\geq +3.00\text{D}$;正视组: $-0.50\text{D}<\text{SE}<+0.50\text{D}$;轻度近视组: $-3.00\text{D}<\text{SE}\leq -0.50\text{D}$ 。

2.5 筛查指标准确性评估 以睫状肌麻痹后 $\text{SE}\leq -0.50\text{D}$ 为诊断近视的金标准,近视者共36人(4.6%),见表7、8。以 $\text{AL/CR}>3$ 筛选出可疑近视者共106人(13.4%),其中有34人睫状肌麻痹后 $\text{SE}\leq -0.50\text{D}$,其筛查近视的灵敏度为94.44%,特异度为90.46%,约登指数为0.84;以小瞳孔下电脑验光 $\text{SE}\leq -0.50\text{D}$ 筛选出近视者共292人(36.9%),其中有36人睫状肌麻痹后 $\text{SE}\leq -0.50\text{D}$,其筛查近视的灵敏度为100%,特异度为66.09%,约登指数为0.66;两种筛查指标相比,AL/CR的约登指数较高,即在筛查近视方面,AL/CR相对于小瞳孔验光来说准确性较高,见表9。

2.6 ROC曲线及最佳截断值分析 以AL/CR及AL作为筛查近视的指标绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC曲线),AL/CR及AL曲线下面积分别为0.967(95%CI:0.952~0.981)、0.809(95%CI:0.742~0.876),见图4。AL/CR诊断近视的最佳截断值为3.01,敏感度为94.40%,特异度为93.80%。AL诊断近视的最佳截断值为23.13mm,敏感度为80.60%,特异度为74.80%。就筛查近视方面,AL/CR较AL的准确性更高,见表10。

表4 不同SE组间AL/CR百分位数值

SE(D)	百分位数							均数	95%CI	
	5	10	25	50	75	90	95		下限	上限
-1.50~-0.50	2.98	3.01	3.02	3.04	3.06	3.09	3.11	3.04	3.03	3.05
>-0.50~+0.50	2.91	2.94	2.97	3.01	3.04	3.06	3.09	3.01	3.00	3.02
>+0.50~+1.50	2.87	2.89	2.92	2.95	2.99	3.01	3.03	2.95	2.95	2.96
>+1.50~+2.50	2.82	2.84	2.87	2.89	2.93	2.95	2.97	2.89	2.89	2.90
>+2.50~+3.50	2.75	2.77	2.80	2.84	2.87	2.90	2.92	2.83	2.83	2.84
>+3.50~+4.50	2.72	2.73	2.76	2.78	2.80	2.82	2.83	2.78	2.77	2.79

表5 3~6岁学龄前儿童散瞳前后SE情况 ($\bar{x} \pm s, D$)

参数	人数	散瞳前	散瞳后
年龄(岁)			
3	214	+0.00±1.50	+3.09±0.90
4	196	-0.05±1.09	+2.09±1.05
5	189	-0.02±0.97	+1.68±1.09
6	192	-0.83±1.06	+0.82±1.05
性别			
男	400	-0.20±1.25	+2.01±1.27
女	391	-0.25±1.21	+1.89±1.35

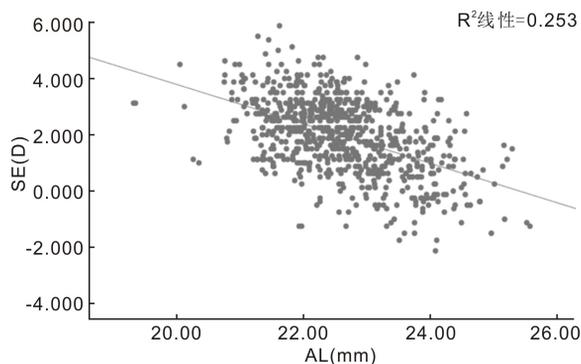


图1 SE与AL的关系。

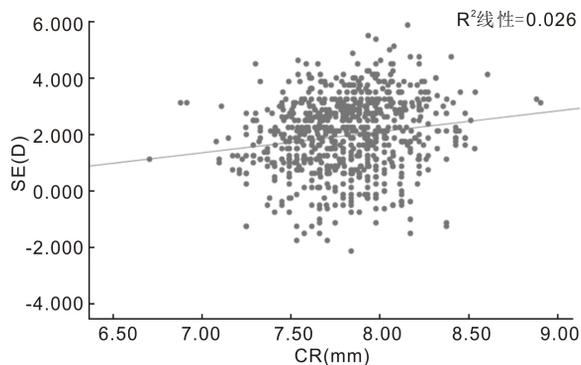


图2 SE与CR的关系。

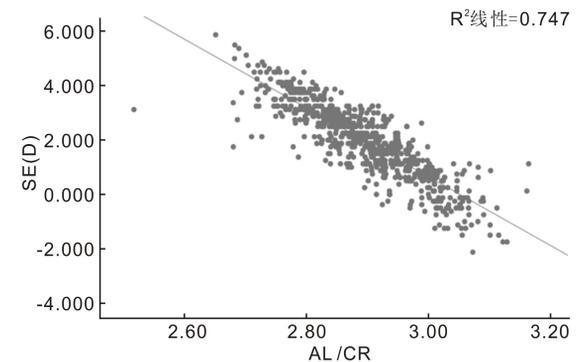


图3 SE与AL/CR的关系。

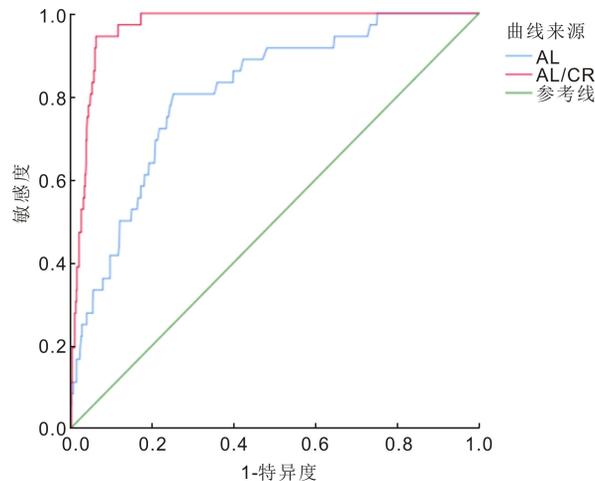


图4 AL/CR及AL筛查近视的ROC曲线分析。

3 讨论

屈光不正是影响青少年儿童视力及视功能的重要原因之一^[24-26]。研究指出,预计到2050年,全球近视患者数将达到47.58亿,占全球总人数的49.8%^[27]。就我国而言,青少年儿童近视患病率至2050年预计上升到84%^[28]。本研究显示,入组的791名学龄前儿童中有36人(4.6%)已经发生近视,随着年龄的增长,近视所占的比例也越来越大,这也证实了既往研究报告结果^[29-31]。此外,部分未发生近视的学龄前儿童,若在学龄前期消耗过多的远视储备,其在中小学时期则更容易发展为近视。就上述问题而言,将近视防控的关口前移到学龄前儿童,增加对远视储备的监测,尽早发现,尽早干预,精准防控,抑制学龄期间近视的高发态势工作刻不容缓^[16,32-33]。

睫状肌麻痹散瞳验光是诊断屈光不正的金标准,但是使用睫状肌麻痹药物后会有畏光、视近模糊等眼部症状,还可能会造成皮肤潮红、口干、发热等全身症状^[34],且耗时长,对专业技术要求高^[35],因此在进行大规模的群体监测中很难实施。所以,找到一种可以准确且方便可行的指标来评估屈光状态是非常有必要的。本研究通过描述入组学龄前儿童屈光状态,分析其屈光参数,并选用几种目前常用的筛查指标来与散瞳验光做对比,分析其在筛查近视中的准确性。目前最常用的方法是监测裸眼远视力(uncorrected distant visual acuity, UCDVA),但其主观性强,且受光照环境、视力表类型、受检者的配合程度及操作者的技巧等方面的影响;此外严重远视和散光的儿童也会有视力不良,仅靠UCDVA无法准确地区分屈光状态^[36-38]。替代的非侵入性检查方法还包括小瞳孔下电脑验光、AL和AL/CR。

表 6 3~6 岁学龄前儿童睫状肌麻痹后 SE 多元线性回归分析

变量	未标准化系数		标准化系数	t	P	共线性统计	
	B	标准误	Beta			容差	VIF
(常量)	34.79	0.79		43.93	<0.01		
AL/CR	-10.91	0.29	-0.75	-37.81	<0.01	0.71	1.41
性别	-0.05	0.04	-0.02	-1.03	0.30	0.99	1.01
年龄	-0.26	0.02	-0.22	-11.21	<0.01	0.70	1.42

表 7 AL/CR 与散瞳验光结果比较

AL/CR	散瞳验光		合计
	近视	非近视	
>3	34	72	106
≤3	2	683	685
合计	36	755	791

表 8 小瞳孔验光与散瞳验光结果比较

小瞳孔验光	散瞳验光		合计
	近视	非近视	
近视	36	256	292
非近视	0	499	499
合计	36	755	791

表 9 筛查指标准确性比较

参数	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	约登指数
AL/CR	94.44	90.46	32.08	99.71	0.84
小瞳孔验光	100	66.09	12.33	100	0.66

表 10 AL/CR、AL 筛查近视的最佳截断值

参数	敏感度(%)	特异度(%)	约登指数
AL/CR			
2.94	100.00	72.30	0.72
2.96	100.00	79.70	0.80
2.98	97.20	86.10	0.83
3.00	94.40	91.80	0.86
3.01	94.40	93.80	0.88
3.02	75.00	95.80	0.71
3.04	55.60	96.80	0.52
3.06	33.30	98.50	0.32
AL(mm)			
22.80	83.30	63.60	0.47
22.90	80.60	67.80	0.48
23.00	80.60	70.50	0.51
23.10	80.60	73.60	0.54
23.13	80.60	74.80	0.55
23.20	72.20	76.60	0.49
23.30	69.40	79.10	0.49
23.40	61.10	81.20	0.42

本次研究结果表明,睫状肌麻痹后获得的 SE 较小瞳孔下电脑验光有所增加,差异有统计学意义($P<0.05$),学龄前儿童正处在发育期,其调节能力较强,睫状肌麻痹后眼失去调节致正屈光度增加,负屈光度下降,可以解释这种差异;年龄越小,SE 越偏向远视的受试者,睫状肌麻痹前后电脑验光数据差值越大,这也与国内外研究结果相一致^[17,39]。AL、CR、AL/CR 随年龄的增加而增长,SE 随年龄的增长呈下降趋势;男生的 AL、CR 显著大于女生,而 AL/CR、SE 均无显著差异;SE 越偏向近视,AL 越长,AL/CR 越大,与既往研究结果相似^[40-43]。AL、AL/CR 与 SE 均存在着相关性关系,其中以 AL/CR 与 SE 的相关性

最强($r=-0.86$),由此可见多数屈光不正是由屈光参数失调所致。AL/CR 每增加 1 个单位,SE 平均降低 10.91 个单位,这与之前的研究结果大致相符^[44-45]。

鉴于 AL/CR 与 SE 的高度相关关系,我们将 AL/CR>3 作为筛查近视的阳性临界值,其灵敏度为 94.44%,特异度为 90.46%,约登指数为 0.84,相对于小瞳孔验光来说,其诊断的准确性更高;并且,AL/CR 的 ROC 曲线下面积为 0.967,明显优于 AL。以上结果皆表明,AL/CR 筛查近视的效能明显优于其他指标。此外,我们的研究还讨论了 AL/CR 及 AL 筛查近视的最佳截断值,其中,AL/CR 诊断近视的最佳截断值为 3.01,灵敏度为 94.40%,特异性为 93.80%;AL 诊断近视的最佳截断值为 23.13mm,灵敏度为 80.60%,特异性为 74.80%;与既往研究结果不同^[43,46],这是因为我们的研究对象为 3~6 岁学龄前儿童,其眼球仍处在发育过程中,当其超过最佳截断值时,我们就要高度关注其屈光状态的发生与发展,对于近视高危人群给予密切关注;但其再次证明了 AL/CR 在筛查近视方面的价值高于 AL。且由表 4 可知,可以根据 AL/CR 大体判断出被试者的屈光情况,排查出远视储备可能小于同年龄组的儿童,及时进行散瞳验光明确诊断,有针对性地对远视储备不足的对象重点进行预警,实施一级防护干预,尽量降低近视的发生率和患病率。

本研究具有一定的局限性:(1)AL/CR 及年龄仅能解释 SE 变化原因的大部分,我们需要结合其他参数来解释这一问题;(2)本研究是一项横断面研究,无法阐明近视发生前各屈光参数的变化。我们将根据本研究的结果,进一步进行前瞻性研究,明确 AL/CR 发现学龄前儿童原始储备的效率。此外,规范化建立儿童屈光发育档案是非常有必要的,动态追踪各指标的变化,精确发现近视高危人群,有的放矢,为近视防控提供指导和参考。

参考文献

1 He XG, Zou HD, Lu LN, *et al.* Axial length/corneal radius ratio: association with refractive state and role on myopia detection combined with visual acuity in Chinese schoolchildren. *PLoS One* 2015; 10(2):e0111766

2 Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia? *Prog Retin Eye Res* 2005;24(1):1-38

3 Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 2012;32(1):3-16

4 Mori K, Kurihara T, Uchino M, *et al.* High myopia and its associated factors in JPHC-NEXT eye study: a cross-sectional observational study. *J Clin Med* 2019;8(11):1788

5 Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P, *et al.* Increasing prevalence of myopia in Europe and the impact of education. *Ophthalmology* 2015;122(7):1489-1497

6 Resnikoff S, Jonas JB, Friedman D, *et al.* Myopia - A 21st century public health issue. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019;60(3):Mi-Mii

7 Scheiman M, Gwiazda J, Zhang QH, *et al.* Longitudinal changes in corneal curvature and its relationship to axial length in the Correction of myopia Evaluation Trial (COMET) cohort. *J Optom* 2016;9(1):13-21

8 Ip JM, Huynh SC, Kifley A, *et al.* Variation of the contribution from axial length and other ophthalmometric parameters to refraction by age and ethnicity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(10):4846-4853

9 高红琴, 汪玉, 尤建华, 等. 苏州市高新区学龄前儿童屈光状态分析. *中国学校卫生* 2022;43(1):133-136

10 Jong M, Sankaridurg P, Naduvilath TJ, *et al.* The relationship between progression in axial length/corneal radius of curvature ratio and spherical equivalent refractive error in myopia. *Optom Vis Sci* 2018;95(10):921-929

11 Ojaimi E, Rose KA, Morgan IG, *et al.* Distribution of ocular biometric parameters and refraction in a population-based study of Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46(8):2748-2754

12 Kimura S, Hasebe S, Miyata M, *et al.* Axial length measurement using partial coherence interferometry in myopic children: repeatability of the measurement and comparison with refractive components. *Jpn J Ophthalmol* 2007;51(2):105-110

13 González Blanco F, Sanz Fernández JC, Muñoz Sanz MA. Axial length, corneal radius, and age of myopia onset. *Optom Vis Sci* 2008;85(2):89-96

14 Iyamu E, Iyamu J, Obiakor CI. The role of axial length - corneal radius of curvature ratio in refractive state categorization in a Nigerian population. *ISRN Ophthalmol* 2011;2011:138941

15 肖俐佳, 崔馨, 何真, 等. 5531例学龄前儿童屈光状态分析. *中国斜视与小儿眼科杂志* 2018;26(3):43-45

16 王宁利, 李仕明, 魏士飞. 我国儿童青少年近视眼防控工作中的重点和难点. *中华眼科杂志* 2021;57(4):241-244

17 何鲜桂, 张欣, 许迅. 有序推进儿童青少年近视筛查建档和防控闭环管理. *中华预防医学杂志* 2021;55(4):551-555

18 Guo Y, Liu LJ, Xu L, *et al.* Myopic shift and outdoor activity among primary school children: one-year follow-up study in Beijing. *PLoS One* 2013;8(9):e75260

19 Xiang F, He MG, Morgan IG. Annual changes in refractive errors and ocular components before and after the onset of myopia in Chinese children. *Ophthalmology* 2012;119(7):1478-1484

20 Cheng SCK, Lam CSY, Yap MKH. Prevalence of myopia-related retinal changes among 12-18 year old Hong Kong Chinese high myopes. *Ophthalmic Physiol Opt* 2013;33(6):652-660

21 中华预防医学会公共卫生眼科分会, 王宁利. 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). *中华眼科杂志* 2022;58(2):96-102

22 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组, 中国医师协会眼科医师分会斜视与小儿眼科学组. 中国儿童弱视防治专家共识(2021年). *中华眼科杂志* 2021;57(5):336-340

23 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组, 张伟. 中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识(2019年). *中华眼科杂志* 2019;1:7-12

24 王阳, 赵汝莲, 皮练鸿. 3-12岁儿童眼轴长度、晶状体屈光力与屈光不正的关系. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2020;22(3):191-197

25 Modjtahedi BS, Ferris FL 3rd, Hunter DG, *et al.* Public health burden and potential interventions for myopia. *Ophthalmology* 2018;125(5):628-630

26 Morgan IG, French AN, Ashby RS, *et al.* The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res* 2018;62:134-149

27 Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, *et al.* Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123(5):1036-1042

28 Guo XX, Fu M, Ding XH, *et al.* Significant axial elongation with minimal change in refraction in 3- to 6-year-old Chinese preschoolers: the Shenzhen kindergarten eye study. *Ophthalmology* 2017;124(12):1826-1838

29 Huang JH, Wen DZ, Wang QM, *et al.* Efficacy comparison of 16 interventions for myopia control in children: a network meta-analysis. *Ophthalmology* 2016;123(4):697-708

30 李柯然, 李巧林, 徐向忠, 等. 眼轴长度与角膜曲率半径及其比值对儿童青少年屈光不正的影响和定性评估. *国际眼科杂志* 2019;19(10):1667-1671

31 周炼红, 张伟. 婴幼儿及儿童的屈光状态发育特征. *中华眼科杂志* 2022;58(3):236-240

32 谢晓兰, 朱蕊丹, 李绍军. 学龄前儿童视力和屈光状态分析. *国际眼科杂志* 2023;23(1):172-174

33 闫春妮, 周堃, 梁甜, 等. 青海省西宁市学龄前儿童视力及屈光状态调查. *国际眼科杂志* 2022;22(9):1592-1594

34 Lim J, Chia A, Saffari SE, *et al.* Factors affecting pupil reactivity after cycloplegia in Asian children. *Asia Pac J Ophthalmol* 2019;8(4):304-307

35 Major E, Dutton T, Moshirfar M. Cycloplegia in children: an optometrist's perspective. *Clin Optom* 2020;12:129-133

36 Leone JF, Mitchell P, Morgan IG, *et al.* Use of visual acuity to screen for significant refractive errors in adolescents: is it reliable? *Arch Ophthalmol* 2010;128(7):894-899

37 Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, *et al.* Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull World Health Organ* 2008;86(1):63-70

38 何鲜桂, 朱剑锋, 陆丽娜. 远视力联合小瞳计算机验光法在8岁儿童近视筛查中的应用. *中国学校卫生* 2010;31(8):960-962

39 Sankaridurg P, He XG, Naduvilath T, *et al.* Comparison of noncycloplegic and cycloplegic autorefraction in categorizing refractive error data in children. *Acta Ophthalmol* 2017;95(7):e633-e640

40 He XG, 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. *Br J Ophthalmol* 2023;107(2):167-175

41 Kearney S, Strang NC, Cagnolati B, *et al.* Change in body height, axial length and refractive status over a four-year period in Caucasian children and young adults. *J Optom* 2020;13(2):128-136

42 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. *Ophthalmic Physiol Opt* 2021;41(3):496-511

43 Wang JL, Liu JN, Ma W, *et al.* Prevalence of myopia in 3–14-year-old Chinese children: a school-based cross-sectional study in Chengdu. *BMC Ophthalmol* 2021;21(1):318

44 Hashemi H, Khabazkhoob M, MirafTAB M, *et al.* Axial length to corneal radius of curvature ratio and refractive errors. *J Ophthalmic Vis*

Res 2013;8(3):220–226

45 赵原原, 龚洁, 鲁本麟, 等. 武汉市儿童青少年屈光状态与眼轴/角膜曲率的相关性. *中国学校卫生* 2018;39(2):260–262

46 辛梅, 张雪梅, 占煜, 等. 成都市高新区儿童青少年屈光状态. *中国学校卫生* 2022;43(10):1565–1569

2022 中科院期刊分区表全球眼科学期刊分区及排名

2022年中国科学院文献情报中心 眼科学期刊分区表				
序号	刊名	ISSN	分区	
1	PROGRESS IN RETINAL AND EYE RESEARCH	1350-9462	1区	
2	OPHTHALMOLOGY	0161-6420	1区	
3	JAMA Ophthalmology	2168-6165	1区	
4	AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	0002-9394	1区	
5	BRITISH JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	0007-1161	1区	
6	Ocular Surface	1542-0124	1区	
7	Eye and Vision	2326-0254	1区	
8	SURVEY OF OPHTHALMOLOGY	0039-6257	2区	
9	Annual Review of Vision Science	2374-4642	2区	
10	RETINA-THE JOURNAL OF RETINAL AND VITREOUS DISEASES	0275-004X	2区	
11	CLINICAL AND EXPERIMENTAL OPHTHALMOLOGY	1442-6404	2区	
12	INVESTIGATIVE OPHTHALMOLOGY & VISUAL SCIENCE	0146-0404	2区	
13	CURRENT OPINION IN OPHTHALMOLOGY	1040-8738	2区	
14	JOURNAL OF REFRACTIVE SURGERY	1081-597X	2区	
15	JOURNAL OF CATARACT AND REFRACTIVE SURGERY	0886-3350	2区	
16	Contact Lens & Anterior Eye	1367-0484	2区	
17	Asia-Pacific Journal of Ophthalmology	2162-0989	2区	
18	OPHTHALMIC AND PHYSIOLOGICAL OPTICS	0275-5408	2区	
19	EXPERIMENTAL EYE RESEARCH	0014-4835	2区	
20	Ophthalmology and Therapy	2193-8245	3区	
21	OPHTHALMOLOGICA	0030-3755	3区	
22	ACTA OPHTHALMOLOGICA	1755-375X	3区	
23	EYE	0950-222X	3区	
24	CORNEA	0277-3740	3区	
25	VISION RESEARCH	0042-6989	3区	
26	Eye & Contact Lens-Science and Clinical Practice	1542-2321	3区	
27	GRAEFES ARCHIVE FOR CLINICAL AND EXPERIMENTAL OPHTHALMOLOGY	0721-832X	3区	
28	OPHTHALMIC RESEARCH	0030-3747	3区	
29	Translational Vision Science & Technology	2164-2591	3区	
30	JOURNAL OF GLAUCOMA	1057-0829	3区	
31	JOURNAL OF NEURO-OPHTHALMOLOGY	1070-8022	3区	
32	JOURNAL OF VISION	1534-7362	3区	
33	OCULAR IMMUNOLOGY AND INFLAMMATION	0927-3948	3区	
34	OPHTHALMIC PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE SURGERY	0740-9303	3区	
35	International Journal of Ophthalmology	2222-3959	3区	
36	MOLECULAR VISION	1090-0535	4区	
37	Clinical and Experimental Optometry	0816-4622	4区	
38	Seminars in Ophthalmology	0882-0538	4区	
39	JAPANESE JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	0021-5155	4区	
40	CURRENT EYE RESEARCH	0271-3683	4区	
41	JOURNAL OF OCULAR PHARMACOLOGY AND THERAPEUTICS	1080-7683	4区	
42	BMC Ophthalmology	1471-2415	4区	
43	CANADIAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY-JOURNAL CANADIEN D OPHTHALMOLOGIE	0008-4182	4区	
44	VISUAL NEUROSCIENCE	0952-5238	4区	
45	INTERNATIONAL OPHTHALMOLOGY	0165-5701	4区	
46	OPHTHALMIC EPIDEMIOLOGY	0928-6586	4区	
47	Journal of Ophthalmology	2090-004X	4区	
48	Cutaneous and Ocular Toxicology	1556-9527	4区	
49	INDIAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	0301-4738	4区	
50	DOCUMENTA OPHTHALMOLOGICA	0012-4486	4区	
51	OPTOMETRY AND VISION SCIENCE	1040-5488	4区	
52	EUROPEAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY	1120-6721	4区	
53	PERCEPTION	0301-0066	4区	
54	JOURNAL OF PEDIATRIC OPHTHALMOLOGY & STRABISMUS	0191-3913	4区	
55	Journal of Eye Movement Research	1995-8692	4区	
56	JOURNAL OF AAPOS	1091-8531	4区	
57	Ophthalmic Surgery Lasers & Imaging Retina	2325-8160	4区	
58	OPHTHALMIC GENETICS	1381-6810	4区	
59	OPHTHALMOLOGE	0941-293X	4区	
60	ARQUIVOS BRASILEIROS DE OFTALMOLOGIA	0004-2749	4区	
61	JOURNAL FRANCAIS D OPHTHALMOLOGIE	0181-5512	4区	
62	KLINISCHE MONATSBLATTER FUR AUGENHEILKUNDE	0023-2165	4区	

引自 *Eye and Vision*。