

眼轴长度与角膜曲率半径比值在儿童青少年近视评估中的效能

王伟, 欧盛钰

引用: 王伟, 欧盛钰. 眼轴长度与角膜曲率半径比值在儿童青少年近视评估中的效能. 国际眼科杂志, 2024, 24(8): 1314-1318.

作者单位: (536000) 中国广西壮族自治区北海市第二人民医院视光部

作者简介: 王伟, 毕业于广西医科大学, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 屈光不正矫治、近视防控、斜弱视诊治。

通讯作者: 王伟. 114212551@qq.com

收稿日期: 2024-01-15 修回日期: 2024-06-19

摘要

目的: 评估眼轴长度与角膜曲率半径比值 (AL/CR) 在儿童青少年近视诊断中的价值。

方法: 收集 2022-01/2023-12 在北海市第二人民医院视光门诊初次就诊的儿童青少年 2 182 例 4 364 眼的屈光度及眼生物学参数, 并进行分析。

结果: 受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 分析显示, AL/CR 诊断近视具有更高的曲线下面积 (AUC = 0.925, 95% CI 为 0.917-0.933), 且 AL/CR = 3.053 时, Youden 指数最大, 随着 AL/CR 界值变小, 近视诊断的灵敏度呈升高趋势, 特异度则有所下降。与筛查性近视相比, AL/CR = 3.053 诊断近视的灵敏度偏低, 但特异度较高, 尤其在远视和近视前期者中表现更明显。

结论: AL/CR 对于近视诊断的准确性优于眼轴长度及平均角膜曲率, 且具有更高的特异度; 随着 AL/CR 界值变小, 其诊断近视的灵敏度增加, 但特异度下降。在远视和近视前期者中, AL/CR 对于近视诊断的特异度高于筛查性近视。

关键词: 近视; 生物学测量; 眼轴; 轴率比; 儿童青少年

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.8.25

Efficiency of the ratio of axial length to corneal curvature radius in the evaluation of myopia in children and adolescents

Wang Wei, Ou Shengyu

Department of Optometry, the Second People's Hospital of Beihai, Beihai 536000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

Correspondence to: Wang Wei. Department of Optometry, the Second People's Hospital of Beihai, Beihai 536000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China. 114212551@qq.com

Received: 2024-01-15 Accepted: 2024-06-19

Abstract

• **AIM:** To evaluate the value of the ratio of axial length to corneal radius of curvature (AL/CR) in the diagnosis of myopia in children and adolescents.

• **METHODS:** The refraction and ocular biometric parameters of 2 182 cases of children and adolescents (4 364 eyes) who initially visited the optometry clinic of the Second People's Hospital of Beihai from January 2022 to December 2023 were collected and analyzed.

• **RESULTS:** The receiver operating characteristic curve (ROC curve) showed that AL/CR had a higher area under the curve (AUC = 0.925, 95% CI: 0.917-0.933) in diagnosing myopia. When AL/CR was 3.053, the Youden index was the largest. As the threshold of AL/CR decreased, the sensitivity of myopia diagnosis increased, while the specificity decreased. Compared with screening myopia, the sensitivity of AL/CR = 3.053 in diagnosing myopia was low, but the specificity was high, especially in the cases of hyperopia and pre-myopia.

• **CONCLUSION:** The accuracy of AL/CR in diagnosing myopia is superior to that of axial length and average corneal curvature, with higher specificity. As the threshold of AL/CR decreases, the sensitivity of diagnosing myopia increases, but the specificity decreases. In cases of hyperopia and pre-myopia, the specificity of AL/CR in diagnosing myopia is higher than that of screening myopia.

• **KEYWORDS:** myopia; biological measurement; axial length; axial length to corneal radius of curvature (AL/CR); children and adolescents

Citation: Wang W, Ou SY. Efficiency of the ratio of axial length to corneal curvature radius in the evaluation of myopia in children and adolescents. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024, 24(8): 1314-1318.

0 引言

近年来, 近视发病率逐年升高, 已成为重大的全球性公共卫生问题。预计至 2050 年全世界将有 47.58 亿人罹患近视, 约占世界人口的 49.8%, 其中至少 9.38 亿人发展为“高度近视”^[1]。随着近视度数的增加, 眼轴增长, 视网膜及脉络膜的厚度发生变化, 血管密度也发生改变^[2-7]; 高度近视可发生后巩膜葡萄肿、黄斑病变、脉络膜新生血管、视网膜脱离等眼底病理性改变, 影响视力, 严重者可致盲^[8]。童浩杰等^[9]研究选取 7-18 岁汉族学生 871 112 例

进行全国学生体质与健康调研数据研究发现,2005年、2010年、2014年、2019年7-18岁汉族学生总近视率分别为47.92%、55.05%、57.09%、60.08%,呈逐年升高的趋势。赵星星等^[10]于2021-06通过对西安市中小学生13707名检查发现,小学、初中、高中、职高近视率分别为32.27%、72.07%、81.22%、65.12%。面对我国青少年儿童近视高发这一严峻问题,加强近视防控,促进视力健康,是社会关注、党中央关心的“光明工程”。目前,儿童青少年筛查性近视主要以裸眼远视力结合非睫状肌麻痹状态下电脑验光作为判断指标,容易受到主观因素、环境因素以及眼部调节因素的影响。而光学生物测量仪的广泛应用,可以更简单、快捷、客观地反映眼球的发育情况。基于此,本研究旨在通过使用光学生物测量仪测量眼轴长度、角膜曲率及半径等相关参数并进行分析,以评估眼轴长度与角膜曲率半径比值(AL/CR)在诊断近视方面的价值,为近视防控提供数据支持。

1 对象和方法

1.1 对象

收集2022-01/2023-12在北海市第二人民医院视光门诊初次就诊,并建立屈光发育档案的儿童青少年2182例4364眼,其中男1059例(48.53%),女1123例(51.47%),平均年龄 10.25 ± 2.98 岁。纳入标准:(1)身体健康,智力发育正常,能够理解并配合完成视力、电脑验光、睫状肌麻痹下检影验光及生物学参数测量等眼科相关检查;(2)眼外观正常,眼压正常;(3)光学生物测量连续5次眼轴长度测量误差 ≤ 0.02 mm。排除标准:(1)合并显性斜视、间歇性斜视、弱视、眼球震颤、白内障、青光眼等眼部疾病或眼部外伤史者;(2)不能配合完成相关检查或检查资料不全者;(3)近6 mo内采取过近视防控干预措施,如角膜塑形镜、功能训练、低浓度阿托品、低强度红光照射等。本研究符合《赫尔辛基宣言》,并经本院伦理委员会审批通过,所有检查及数据采集均经研究对象及其监护人同意。

1.2 方法

纳入研究对象均进行裸眼远视力、最佳矫正视力、小瞳下电脑验光、眼轴长度(axial length, AL)、角膜曲率(K1、K2)及睫状肌麻痹下检影验光等检查。采用标准对数视力表进行视力检查。采用电脑验光仪(KR-8900)进行小瞳下电脑验光,每眼测量3次,取平均值。采用光学生物测量仪(SW-9000Plus)进行眼轴长度和角膜曲率测量,每眼测量5次,取平均值,并计算平均角膜曲率(平均K值)、角膜曲率半径(corneal radius of curvature, CR)及眼轴长度与角膜曲率半径比值(轴率比, AL/CR),其中平均K值 $= (K1+K2)/2$; $CR = 1000(n_2 - n_1)/K$ (n_1 表示空气屈光指数,取1.0000; n_2 表示角膜曲率屈光指数,取1.3375; K表示平均K值); $AL/CR = \text{眼轴长度}/\text{角膜曲率半径}$ 。睫状肌麻痹验光时,6岁以下儿童使用1.0%阿托品眼用凝胶,每天3次,连续3 d,第4 d来院检查;6岁及以上儿童使用0.5%托吡卡胺滴眼液,每次间隔5 min,共4次,后等待30 min进行检查^[11],屈光度使用等效球镜(spherical equivalent, SE)记录, $SE = \text{球镜度数} + 1/2 \text{柱镜度数}$ 。以上检查均由北海市第二人民医院视光门诊专业技术人员进行操作,所有操作人员均进行统一培训,按照统一标准及

流程进行操作。生物测量仪及电脑验光仪等检查设备定期接受质检及校准。

统计学分析:使用SPSS27.0统计学软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。以睫状肌麻痹下验光结果作为近视诊断的金标准,通过受试者工作特征曲线(ROC曲线)分别计算眼轴长度、平均K值、AL/CR曲线下面积(AUC)及95%置信区间(95%CI)等,并统计AL/CR诊断近视的相关频数,依据公式计算相关参数。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

纳入研究对象2182例4364眼,平均裸眼远视力 0.52 ± 0.31 ,眼轴长度 23.90 ± 1.06 mm,平均K值 43.47 ± 1.37 D, AL/CR 3.08 ± 0.12 ;睫状肌麻痹验光SE为 -0.99 ± 1.75 D。

2.2 ROC曲线分析

以睫状肌麻痹检影验光结果作为近视诊断的金标准,采用ROC曲线分析AL、平均K值、AL/CR对近视的诊断价值,结果显示,AL/CR诊断近视具有更高的AUC(AUC=0.925),95%CI为0.917-0.933,见图1,表1。

2.3 AL/CR作为近视诊断指标的可靠性分析

将AL/CR纳入ROC曲线分析,Youden指数最大为68.74%,对应界值为AL/CR=3.053。以AL/CR=3.053作为界值时,诊断近视的灵敏度(sensitivity, Se)为84.38%,特异度(specificity, Sp)为84.36%,漏诊率(假阴性率, false-negative rate, FNR)为15.62%,误诊率(假阳性率, false-positive rate, FPR)为15.64%,一致率为84.37%,阳性似然比[LR(+)]为5.395,阴性似然比[LR(-)]为0.185,阳性预测值(positive predictive value, PV+)为0.905,阴性预测值(negative predictive value, PV-)为0.754。既往将3或2.99作为AL/CR的临界值^[12-13],本研究以AL/CR=3作为界值时,诊断近视的Se为95.70%,Sp为64.60%,Youden指数为60.30%;以AL/CR=2.99作为界值时,诊断近视的Se为97.00%,Sp为59.80%,Youden指数为56.80%。纳入研究对象近视频数统计见表2。

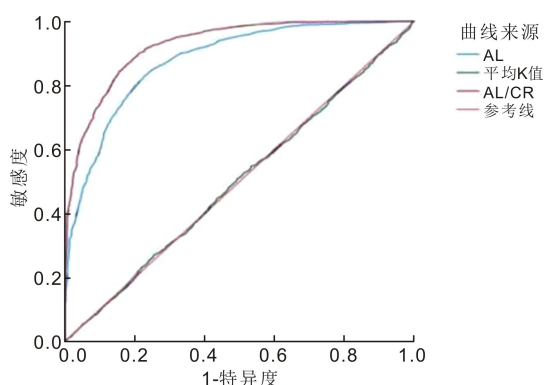


图1 ROC曲线分析。

表1 ROC曲线分析结果

指标	AUC	标准误	P	95%CI
AL	0.877	0.005	<0.001	0.867-0.888
K	0.499	0.009	0.874	0.481-0.516
AL/CR	0.925	0.004	<0.001	0.917-0.933

2.4 不同 AL/CR 界值与筛查性近视诊断近视的比较 筛查性近视定义为 6 岁以上儿童青少年,裸眼远视力 < 5.0 (5 分记录法,相当于小数记录法 1.0 视力),非睫状肌麻痹下电脑验光 $SE \leq -0.50 D^{[14]}$ 。选取纳入研究对象中年龄 6 岁以上的儿童青少年 2 050 例 4 100 眼,以睫状肌麻痹检影验光结果作为近视诊断的金标准,筛查性近视、 $AL/CR = 3.053$ 、 $AL/CR = 3$ 、 $AL/CR = 2.99$ 诊断近视的评价指标见表 3,提示随 AL/CR 界值取值变小,Se 呈现升高趋势,而 Sp 则有所下降,且以 $AL/CR = 3.053$ 作为界值时,其 Se 偏低,但 Sp 高于筛查性近视。

2.5 不同屈光分组筛查性近视与 AL/CR 诊断近视的比较 根据睫状肌麻痹检影验光结果^[15]进行屈光分组,远视组 ($SE > +0.75 D$) 594 眼 (13.61%),近视前期组 ($-0.50 D < SE \leq +0.75 D$) 985 眼 (22.57%),近视组 ($SE \leq -0.50 D$) 2 785 眼 (63.82%)。以睫状肌麻痹检影验光结果作为近视诊断的金标准,不同屈光分组中筛查性近视与 $AL/CR = 3.053$ 诊断近视的评价指标见表 4,提示远视组、近视前期组中, AL/CR 较筛查性近视对近视的诊断具有更高的特异度。

3 讨论

我国青少年儿童近视化进程呈现低龄化、进展快、程度深的趋势。随着近视程度的加深,可导致高度近视、病理性近视,并具有遗传倾向,严重影响国民生活质量,所以近视的早期筛查、预防及干预是十分必要的。

表 2 睫状肌麻痹验光 SE 与 AL/CR 诊断近视的频数统计表

睫状肌麻痹验光	AL/CR = 3.053		合计
	近视	非近视	
近视	2350(a)	435(b)	2785(a+b)
非近视	247(c)	1332(d)	1579(c+d)
合计	2597(a+c)	1767(b+d)	4364(n)

注:a 表示真阳性;b 表示假阳性;c 表示假阴性;d 表示真阴性。

屈光发育过程中,眼轴长度与角膜曲率半径之间的平衡对于维持眼的正视化进程,以及预防近视进展至关重要,如果两者之间的平衡失调,则可能会增加近视的风险^[16-17]。目前,筛查性近视主要以裸眼远视力结合非睫状肌麻痹状态下电脑验光作为判断指标,容易受到主观因素、环境因素以及眼部调节因素的影响。眼轴长度是衡量儿童及青少年眼球发育情况的重要参数之一,其测量不易受眼部调节影响,能够更客观、快捷地评估青少年儿童眼球发育的情况并预测近视的发生及发展^[18]。研究发现,与眼轴长度相比, AL/CR 与屈光度的相关性更强; AL/CR 可以粗略地评估眼轴长度和角膜屈光力之间的匹配程度,从而更客观地反映受试者的屈光状态^[19-23]。本研究将眼轴长度、平均 K 值、 AL/CR 纳入 ROC 曲线分析,结果显示, AL/CR 诊断近视的 AUC 为 0.925,明显高于眼轴长度和平均 K 值的 AUC,表明在判断近视的准确性方面, AL/CR 优于眼轴长度和平均 K 值。

Hashemi 等^[12]对伊朗北部地区 4 820 例 40-64 岁人群进行研究,发现其平均 AL/CR 为 3.034,屈光正常眼的平均 AL/CR 为 3.01,并对不同地域人群的 AL/CR 分布情况进行整理,发现其平均值范围为 2.9-3.1。该研究认为,当 AL/CR 接近 3 时,眼屈光状态正常的可能性大;而偏离 3 时提示屈光发育过程可能受到干扰。因此,后期研究将 $AL/CR > 3$ 作为筛查近视的阳性临界值。近年有学者将 AL/CR 纳入 ROC 曲线进行分析,通过寻找最大 Youden 指数对应截断值确定 AL/CR 的界值。本研究针对 2 182 例 3-19 岁儿童青少年进行分析,结果显示,当 $AL/CR = 3.053$ 时,Youden 指数最大,在此界值下,近视诊断的灵敏度为 84.38%,特异度为 84.36%,假阴性率为 15.62%,假阳性率为 15.64%,总体一致率为 84.37%。He 等^[13]对 3 922 例 6-12 岁儿童进行研究,认为诊断近视的最佳界值为 $AL/CR > 2.99$,对应的灵敏度为 83.05%、特异度为 81.91%。Tang 等^[17]对 1 024 例 4-6 岁儿童研究,发现 $AL/CR \geq 2.975$ 作为最佳界值时,其诊断近视的灵敏度、特异度分别

表 3 筛查性近视与 AL/CR 诊断近视的比较

诊断标准	灵敏度 (Se)	特异度 (Sp)	漏诊率 (FNR)	误诊率 (FPR)	一致率
筛查性近视	98.37	69.29	1.63	30.71	88.83
$AL/CR = 3.053$	84.75	81.78	15.25	18.22	83.78
$AL/CR = 3$	95.90	59.11	4.10	40.89	83.83
$AL/CR = 2.99$	97.17	53.75	2.83	46.25	82.93

表 4 不同屈光分组中筛查性近视与 AL/CR 诊断近视的比较

分组	灵敏度 (Se)	特异度 (Sp)	漏诊率 (FNR)	误诊率 (FPR)
远视组 (n = 594)				
筛查性近视		84.85		15.15
$AL/CR = 3.053$		98.65		1.35
近视前期组 (n = 985)				
筛查性近视		62.23		37.77
$AL/CR = 3.053$		75.74		24.26
近视组 (n = 2785)				
筛查性近视	98.35		1.65	
$AL/CR = 3.053$	84.38		15.62	

为 89.40%、88.30%。本研究结果与上述研究结果相近。李童等^[24]对 791 例 3-6 岁儿童研究,发现诊断近视的最佳 AL/CR 界值为 3.01,对应的灵敏度为 94.40%,特异度为 93.80%,表明在年幼的群体中,该界值具有更高的诊断准确性。本研究进一步分析发现,当 AL/CR 界值设定为 3 时,近视诊断的灵敏度上升至 95.70%,而特异度下降至 64.60%,若将界值调整至 2.99,灵敏度可达到 97.00%,但特异度则降低至 59.80%。AL/CR 作为近视筛查指标,在不同年龄段的儿童青少年中普遍适用,但其最佳界值可能因年龄、屈光状态、眼球发育情况等多方面因素影响而有所不同;且随着 AL/CR 界值的降低,可以提高诊断的灵敏度(降低漏诊率),但同时也会降低特异度(增加误诊率),因此在临床实践中,为了提高诊断的准确性和效能,应综合考虑个体的年龄、屈光状态等因素,结合相关辅助检查,以确定最合适的 AL/CR 界值。

睫状肌麻痹验光(散瞳验光)是国际公认的近视诊断的金标准^[25],但大规模的学校筛查是难以实现的。筛查性近视定义为 6 岁以上儿童青少年,裸眼远视力 <5.0 ,非睫状肌麻痹下电脑验光 $SE \leq -0.50 D$ ^[15]。本研究显示,以睫状肌麻痹验光结果作为金标准,6 岁以上儿童青少年中,依照筛查性近视诊断标准诊断近视的灵敏度为 98.37%,特异度为 69.29%,一致率为 88.83%;以 AL/CR = 3.053 作为界值时,诊断近视的灵敏度为 84.75%,特异度为 81.78%,一致率为 83.78%;以 AL/CR = 3 作为界值时,诊断近视的灵敏度为 95.90%,特异度为 59.11%,一致率为 83.83%;以 AL/CR = 2.99 作为界值时,诊断近视的灵敏度为 97.17%,特异度为 53.75%,一致率为 82.93%。本研究中,作为近视诊断指标,与 AL/CR 相比,筛查性近视的灵敏度高达 98.37%,主要考虑本研究的各项检查均是在安静的诊室内,由专业人员一对一进行检查,所以受环境和其他干扰因素的影响较小,且选用的电脑验光仪准确度高。但在大规模的学校筛查中,需要在较短的时间内完成大量筛查任务,学生多时,环境较为嘈杂,有时学生在体检前可能进行了长时间的近距离用眼活动(如做试卷、看书等),这些因素都可能导致睫状肌的过度调节,从而影响检测结果,大大降低筛查性近视诊断的准确性。相比之下,以 AL/CR = 3.053 作为界值时,诊断近视的灵敏度偏低,但特异度高于筛查性近视,联合应用可以降低误诊率,且光学生物测量仪具有测量误差小、精确度高的特点^[18],操作的重复性较好。随着 AL/CR 界值的降低,其对近视诊断的灵敏度增加,降低了漏诊率,但特异度相应下降。本研究通过在不同屈光分组中进行比较发现,远视组和近视前期组使用 AL/CR 进行近视诊断时,特异度更高,误诊率更低;而在近视组中,依据筛查性近视诊断标准诊断近视则显示出更高的灵敏度。临床经常看到一些远视患者为了看的清楚,而动用更多的调节,这导致在小瞳孔下的电脑验光结果表现为更高的近视度数,这种现象在年龄偏小的远视患者中尤为明显。因此,如果仅依据筛查性近视的诊断标准,可能会增加假阳性率,而 AL/CR 则具有更高的特异度。基于上述,是否可以充分发挥这两种检查方法的互补优势,通过联合应用筛查性近视诊断标准和 AL/CR 比值提升近视筛查的准确性;特别是对于年龄较小的远视

患者,通过上述方法可以有效降低因过度调节而产生的假阳性诊断。总之,筛查性近视和 AL/CR 都是有效的近视诊断方法,但各自存在优、缺点及适用范围。在实际应用中,应根据具体情况选择合适的诊断方法、界值或联合使用,以提高近视诊断的准确性和可靠性,以期通过优化筛查流程,为早期发现并及时干预近视提供更为准确的数据支持。

本研究较以往研究具有更大的样本量,探讨并对比分析了筛查性近视与 AL/CR 在诊断近视中的灵敏度及特异度,针对不同屈光分组(包括远视组、近视前期组及近视组)的灵敏度及特异度进行了比较,提出了一些新的发现和见解。但也暴露出一些局限性:(1)研究涉及的年龄范围跨度较大,这可能引入了与年龄相关的变异性;(2)样本中散光的程度、K1 与 K2 的差值,以及不同年龄段和性别的分布情况,都可能对 AL/CR 界值的确定造成影响。展望未来,计划通过更精细的样本筛选,最大程度减少这些混杂因素的影响,并对不同年龄组进行单独分析,以提升研究的准确性和可靠性。

综上所述,眼轴长度与 AL/CR 在近视诊断的准确性上优于单独的眼轴长度和平均 K 值。与筛查性近视相比,AL/CR 在诊断近视方面具有更高的特异性,且重复性好,受调节因素的影响较小。当降低 AL/CR 的界值时,其对近视诊断的灵敏度提高,但特异度相应降低。在远视组和近视前期组中,相较于筛查性近视,AL/CR 在近视诊断上展现了更高的特异度和更低的误诊率;而在近视组中,筛查性近视则在诊断上较 AL/CR 显示出更高的灵敏度。AL/CR 可以预测近视的发生及发展,但其与近视程度的关系并不是绝对的。因此,在近视的诊断过程中,AL/CR 应作为参考指标之一,但不能取代睫状肌麻痹验光的作用。作为一种客观、简便且快速的测量方法,AL/CR 适用于儿童近视的初步筛查工作,但如何使其发挥最大的效能,还需要进一步研究。

参考文献

- [1] 陶芳标.《儿童青少年近视防控适宜技术指南》专题解读. 中国学校卫生, 2020,41(2):166-168,172.
- [2] 刘意,周利晓,严凯,等.不同程度近视患者黄斑厚度改变的相关因素分析. 国际眼科杂志, 2019,19(3):506-509.
- [3] 夏阳,蔺云霞,徐玲.无黄斑病变近视患者黄斑区视网膜结构与视功能改变的相关性. 眼科新进展, 2020,40(5):457-460,465.
- [4] 田春柳,赵军,张娟美,等.基于 OCTA 的高度近视患眼黄斑区视网膜血管密度分析. 眼科新进展, 2020,40(3):257-260.
- [5] 肖凤琪,高健,鲍伟利,等.运用光学相干断层扫描血管成像技术分析不同程度近视眼底微循环变化. 安徽医科大学学报, 2020,55(10):1592-1596.
- [6] Zhu H, Liu C, Gao M, et al. Choroidal thickness in relation to diopter and axial length among myopic children. Front Med (Lausanne), 2023,10:1241352.
- [7] Del-Prado-Sánchez C, Seijas-Leal O, Gili-Manzanaro P, et al. Choroidal, macular and ganglion cell layer thickness assessment in Caucasian children measured with spectral domain optical coherence tomography. Eur J Ophthalmol, 2021,31(6):3372-3378.
- [8] 訾迎新,金明.高度近视眼底改变的最新研究进展. 眼科新进展, 2019,39(12):1197-1200.
- [9] 董浩杰,李玉兰,祝丽玲.中国 2005—2019 年 7~18 岁汉族学生近视率的性别差异. 中国学校卫生, 2023,44(3):458-461.

- [10] 赵星星, 鲁鑫, 李剑, 等. 西安市同区域不同学段学生近视率差异及原因分析. 国际眼科杂志, 2022,22(9):1587-1591.
- [11] 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). 中华眼科杂志, 2019,55(1):7-12.
- [12] Hashemi H, Khabazkhoob M, Mirafteb M, et al. Axial length to corneal radius of curvature ratio and refractive errors. *J Ophthalmic Vis Res*, 2013,8(3):220-226.
- [13] 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.
- [14] 国家卫生健康委疾病预防控制局印发《儿童青少年近视防控适宜技术指南(更新版)》(2021-10-11). <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899tg/202110/65a3a99c42a84e3f8a11f392d9fea91e.shtml>
- [15] Jong M, Serge D, Tan KO, 等. 亚洲近视管理共识. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022,24(3):161-169.
- [16] 王阳, 赵汝莲, 皮练鸿. 7~12岁儿童近视程度与AL/CR值的关系. 重庆医科大学学报, 2019,44(12):1660-1664.
- [17] Tang T, Zhao H, Liu D, et al. Axial length to corneal radius of curvature ratio and refractive error in Chinese preschoolers aged 4-6 years: a retrospective cross-sectional study. *BMJ Open*, 2023, 13(12):e075115.
- [18] 《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识》专家组. 眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023). 中华实验眼科杂志, 2024,42(1):1-11.
- [19] 李童, 张磊. 眼轴长度/角膜曲率半径比值在筛查近视中的应用. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2022,30(2):46-47,39-40,36.
- [20] 王弘, 赵珂珂, 渠继芳, 等. 眼轴与角膜曲率半径比值定性评估青少年儿童近视的准确性. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2016, 18(2):108-110.
- [21] 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.
- [22] 袁静, 徐庆, 诸立婷, 等. 北京市顺义区3~6岁儿童屈光状态与眼球生物性参数相关关系的调查研究. 中华眼科杂志, 2023,59(8):636-642.
- [23] 杜琦波. 眼轴与角膜曲率半径的比值评估儿童青少年近视的准确性研究. 国际眼科杂志, 2024,24(1):153-157.
- [24] 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.
- [25] 中华医学会眼科学分会眼视光学组, 中国医师协会眼科医师分会眼视光专业委员会, 中国非公立医疗机构协会眼科专业委员会视光学组, 等. 近视管理白皮书(2022). 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022,24(9):641-648.