

临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.002329

7~12 岁儿童近视程度与 AL/CR 值的关系

王 阳,赵汝莲,皮练鸿

(重庆医科大学附属儿童医院眼科、儿童发育疾病研究教育部重点实验室、儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地、儿科学重庆市重点实验室,重庆 400010)

【摘要】目的:探讨 7~12 岁儿童眼轴长度/角膜曲率半径比值(axis length/corneal radius of curvature ratio, AL/CR 值)与近视程度的关系。**方法:**通过睫状肌麻痹检影验光及光学生物测量仪(IOL-Master)获得 7~12 岁儿童 402 例(804 只眼)的等效球镜度、眼轴长度、角膜屈光力,并计算 AL/CR 值。按等效球镜度分为轻度近视、中度近视及高度近视 3 组,采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据统计。**结果:**高度近视组 AL/CR 值(3.47 ± 0.13)与中度近视组(3.26 ± 0.09)、轻度近视组(3.12 ± 0.07)比较差异有统计学意义($F=972.220, P=0.000$)。等效球镜度与 AL/CR 值相关性高于眼轴长度及角膜曲率半径($r=-0.886, r=-0.752, r=0.243, P=0.000$),线性回归显示 AL/CR 值每增加 1 个单位,等效球镜度向近视方向变化约 15.2D($r^2=78.4\%, P=0.000$)。轻度近视、中度近视及高度近视组中,眼轴长度与角膜曲率半径的线性回归直线差异有统计学意义($r^2=48.1\%, r^2=50.9\%, r^2=16.7\%, P=0.000$),AL/CR 值与等效球镜度的线性回归直线差异有统计学意义($r^2=20.5\%, r^2=19.5\%, r^2=84.0\%, P=0.000$)。**结论:**AL/CR 值是判断近视的一项客观指标,可用于不同程度近视的分类。

【关键词】儿童;近视;眼轴;角膜曲率半径;眼轴长度/角膜曲率半径比值

【中图分类号】R77.6

【文献标志码】A

【收稿时间】2019-05-13

Relationship between myopia and AL/CR ratio in children of 7-12 years old

Wang Yang, Zhao Rulian, Pi Lianhong

(Department of Ophthalmology, Children's Hospital of Chongqing Medical University/ Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders/China International Science and Technology Cooperation Base of Child Development and Critical Disorders/ Chongqing Key Laboratory of Pediatrics)

【Abstract】Objective: To investigate the relationship between axis length/corneal radius of curvature ratio (AL/CR ratio) and myopia degree in children of 7-12 years old. **Methods:** Data of spherical equivalent refraction, axial length and corneal refractive power from 402 children (804 eyes) of 7-12 years old were obtained by cycloplegic optometry and IOL-Master and AL/CR ratio was calculated. According to the spherical equivalent refraction, 402 children were divided into three groups: mild myopia group, moderate myopia group and high myopia group. Statistics were analyzed by SPSS 22.0 software. **Results:** AL/CR ratio among high myopia group (3.47 ± 0.13), moderate myopia group (3.26 ± 0.09) and mild myopia group (3.12 ± 0.07) was significantly different ($F=972.220, P=0.000$). Correlation between spherical equivalent refraction and AL/CR ratio was higher than that between axial length and corneal radius of curvature ($r=-0.886, r=-0.752, r=0.243, P=0.000$). According to the linear regression, spherical equivalent refraction was changed about -15.2D with each increase of AL/CR ratio ($r^2=78.4\%, P=0.000$). Among those three groups, difference of linear regression line between axial length and corneal radius of curvature had no statistical significance ($r^2=48.1\%, r^2=50.9\%, r^2=16.7\%, P=0.000$), but difference of the linear regression line between AL/CR ratio and spherical equivalent refraction had statistical significance ($r^2=20.5\%, r^2=19.5\%, r^2=84.0\%, P=0.000$). **Conclusion:** AL/CR ratio is an objective index in the diagnosis of myopia and can be used to classify different degrees of myopia.

【Key words】 children; myopia; axis length; cornea radius of curvature; axis length/corneal radius of curvature ratio

作者介绍:王 阳, Email: 513069724@qq.com,

研究方向:儿童视光学及斜弱视。

通信作者:皮练鸿, Email: plh123@126.com。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20191023.0900.002.html>

(2019-10-25)

目前近视已成为全球关注的公共卫生问题,近视眼人口比例已达到全世界的 28.3%,东亚地区尤其^[1]。预计 2050 年全世界近 50%的人口(50 亿)会是近视眼,10%的人口(10 亿)将成为高度近视^[2]。近视高发国家的城市地区青少年近视发生率高达 90%左右,10%~20%的儿童可能患有高度近视^[3-4]。高度近视最常见的并发症近视性视网膜病变是导致视力下降和失明的主要原因^[5-6],因此在近视发生初期及时监测发现,早期采取干预措施,对儿童近视眼的预后将会大有裨益。过去研究表示眼部生物学参数测量对近视眼进展有预测作用,其中眼轴长度和角膜曲率半径是影响屈光变化最重要的因素^[7-8]。Grosvenor^[9]首先对 AL/CR 值进行研究,表示 AL/CR 值对屈光不正的影响较眼轴长度更大,且与等效球镜度的相关性高于其他眼部参数。随后其他研究^[10-11]表明 AL/CR 值是近视眼,尤其是高度近视中最重要的生物特征参数。AL/CR 值不仅考虑并总结了眼轴长度和角膜曲率半径之间的总体关系,而且将与角膜曲率和眼轴长度有关的变异性问题最小化。因此,AL/CR 值可能是一种判断近视更可靠的指标。本文回顾性分析比较高度、中度和轻度近视儿童的 AL/CR 值,进一步了解 AL/CR 值与等效球镜度的关系。

1 对象与方法

1.1 对象

采用简单随机抽样法选取从 2017 年 6 月至 2018 年 6 月于重庆医科大学附属儿童医院眼科门诊就诊的 7~12 岁近视儿童 402 例(804 只眼)和正视儿童 157 例(314 只眼)进行回顾性研究,男性 311 例,女性 248 例,平均年龄(10.11 ± 1.64)岁。所有儿童均接受眼科专业检查,包括视力、眼压、裂隙灯眼前节检查、眼底检查、电脑验光、睫状肌麻痹、视网膜检影及 IOL-Master 测量等检查,严格制定纳入及排除标准。排除标准:眼压>21 mmHg,既往有先天性白内障、上睑下垂、角膜疾病等手术史,检查之日起 3 d 内配戴角膜接触镜,患有角膜病变、青光眼、眼底病变、屈光间质严重混浊者,斜弱视以及眼球震颤无法固视者。纳入标准:排除标准以外的儿童,监护人及儿童阅读知情同意后愿意参加本研究。

1.2 方法

1.2.1 屈光度检测 7~12 岁受检儿童均采用 1%盐酸环喷托酯滴眼液^[12](爱尔康比利时大药厂出品,国药准字 H20160661)行睫状肌麻痹,在结膜囊内滴 3 次,每次 1 滴,每次间隔 10 min,于最后 1 次滴眼后 10 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,则使用 Topcon 全自动电脑验光仪(Autorefractor RK-8100;Topcon,Tokyo,Japan)进行客观屈光状态检测及根据带状光检影法使用检眼镜(YZ24;66 Vision Corp,Suzhou,China)

进行视网膜检影,两者结合获得最终屈光度,分别记录球镜度数、柱镜度数及其轴位。根据以下公式换算成等效球镜度(spherical equivalent refraction, SER), $SER = \text{球镜度数} + 1/2 \text{柱镜度数}$,正视: +0.50~-0.50D,轻度近视: >-0.50~-3.00D,中度近视: -3.25~-6.00D,高度近视: >-6.00D^[13]。

1.2.2 眼轴、角膜屈光力及前房深度检测 采用光学生物测量仪(ZEISS, IOL-Master)测得受试儿童眼轴长度(axis length, AL),水平、垂直角膜屈光力(K1、K2)及前房深度(anterior chamber depth, ACD),角膜屈光力(corneal refractive power, K)是所测得的角膜最小(horizontal corneal refractive power, K1)和最大(vertical corneal refractive power, K2)屈光力的平均值,眼轴长度每眼测量 5 次,角膜屈光力、前房深度每眼测量 3 次,获取各平均值。

1.2.3 眼轴长度/角膜曲率半径(AL/CR) 根据以下公式, $CR = 1000(n_2 - n_1)/K$ (K 为 K1 和 K2 的平均值, n_1 是 1.000 0 为空气屈光指数, n_2 是 1.337 5 为角膜曲率屈光指数),然后计算 AL/CR。

1.2.4 误差控制 自动验光仪、IOL-Master、滴药、视网膜检影及数据处理由 5 人分工,每个步骤至始至终由同一专业人员经熟练训练后,严格遵守操作标准完成。所有仪器测量前均先进行自检,并在儿童良好配合下完成各项检查。研究对象、检查者及数据分析者遵照“三盲”的原则。

1.3 统计学处理

所有数据均使用 SPSS 22.0 统计软件分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)进行描述,不同屈光组间各屈光参数比较采用单因素方差分析及 LSD 多重比较。屈光参数的相关分析采用 Pearson 相关检验和线性回归分析。不同近视组线性回归直线比较采用协方差分析和 F 检验分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 屈光参数、年龄及性别分布情况

正视组、轻度近视组 SER、AL 和 AL/CR 值低于中度及高度近视组,CR 高于中度及高度近视组,不同屈光组间差异有统计学意义($F=1916.280, P=0.000; F=468.26, P=0.000; F=28.750, P=0.000; F=972.220, P=0.000$),而年龄($F=17.62, P=0.12$)及性别($\chi^2=1.24, P=0.54$)在不同屈光组间差异无统计学意义。对不同程度近视组进行两两比较, SER、AL、CR 及 AL/CR 值分别在轻度近视组与中度近视组,轻度近视组与高度近视组,中度近视组与高度近视组差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.2 屈光参数相关性分析

正视组 AL 与 CR 呈中度正相关性($r=0.547, P=0.000$),而 SER 与 AL、CR 及 AL/CR 值之间均无明显相关性($r=-0.088, P=0.119; r=-0.030, P=0.601; r=-0.062, P=0.272$),见表 2。在近视组 AL 与 CR 呈低度正相关($AL=15+1.27 \times CR, r=0.297, r^2=8.7\%, P=0.000$)CR 可解释 AL 中 8.7%的变异(图 1)。SER 与 AL 呈高度负相关($SER=41.03-1.78 \times AL, r=0.752, r^2=56.6\%$,

表 1 不同屈光度组屈光参数、年龄及性别分布情况

指标	正视 (n=314)	轻度近视 (n=460)	中度近视 (n=240)	高度近视 (n=102)	F 值	P 值
年龄 (岁)	9.88 ± 1.66	10.03 ± 1.51	10.37 ± 1.60	10.15 ± 1.79	17.62	0.12
SER (D)	0.02 ± 0.41	-1.58 ± 0.72 ^{ab}	-4.08 ± 0.75 ^b	-8.23 ± 2.81	1916.28	0.000
AL (mm)	23.28 ± 0.69	24.31 ± 0.75 ^{ab}	25.09 ± 0.88 ^b	26.32 ± 1.05	468.26	0.000
CR (mm)	7.77 ± 0.23	7.79 ± 0.22 ^{ab}	7.69 ± 0.28 ^b	7.58 ± 0.21	28.75	0.000
AL/CR	3.00 ± 0.86	3.12 ± 0.07 ^{ab}	3.26 ± 0.09 ^b	3.47 ± 0.13	972.22	0.000
女生 (%)	46.50	49.35	51.42	50.18		

注:SER,等效球镜度;AL,眼轴长度;CR,角膜曲率半径;AL/CR,眼轴长度/角膜曲率半径;a,与中度近视组比较, $P=0.00$;b,与高度近视组比较, $P=0.000$;不同屈光组间性别无差异($\chi^2=1.24$, $P=0.54$)

$P=0.000$),AL 可解释 SER56.6%的变异(图 2)。SER 与 CR 呈低度正相关($SER=2.472 \times CR-22.294$, $r=0.243$, $r^2=5.9\%$, $P=0.000$),CR 可解释 SER5.9%的变异(图 3)。SER 与 AL/CR 呈极高度负相关($SER=45.647-15.215 \times AL/CR$, $r=0.886$, $r^2=78.5\%$, $P=0.000$),AL/CR 可解释 SER78.5%的变异(图 4)。

表 2 正视组各屈光参数相关性

	AL vs. CR	SER vs. AL	SER vs. CR	SER vs. AL/CR
r 值	0.547	-0.088	-0.030	-0.062
P 值	0.000	0.119	0.601	0.272

注:SER,等效球镜度;AL,眼轴长度;CR,角膜曲率半径;AL/CR,眼轴长度/角膜曲率半径

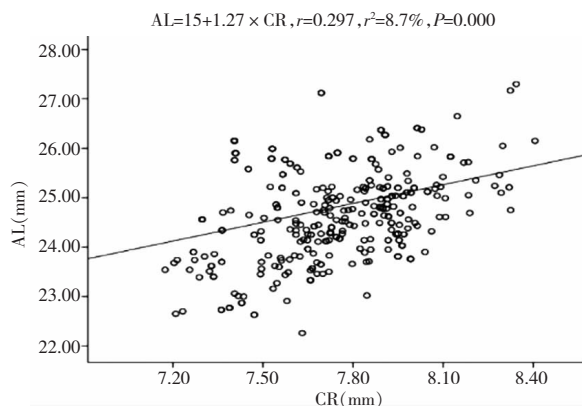


图 1 近视组眼轴长度与角膜曲率半径散点图

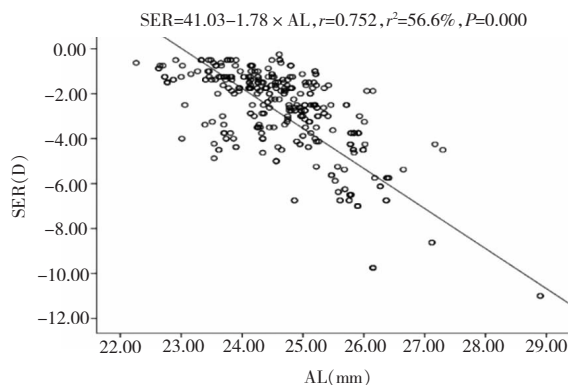


图 2 近视组等效球镜度与眼轴长度散点图

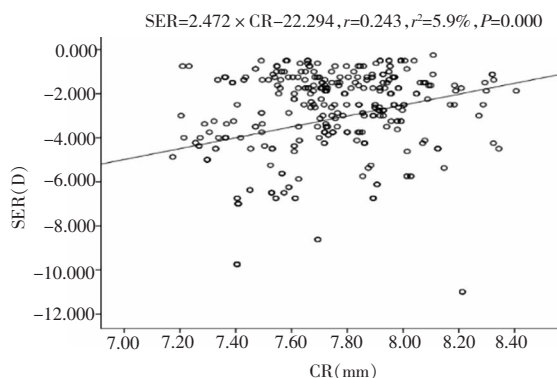


图 3 近视组等效球镜度与角膜曲率半径散点图

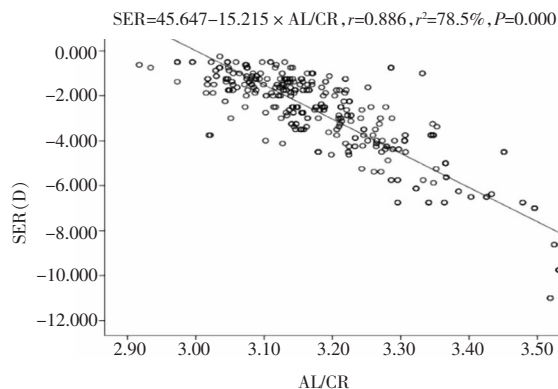
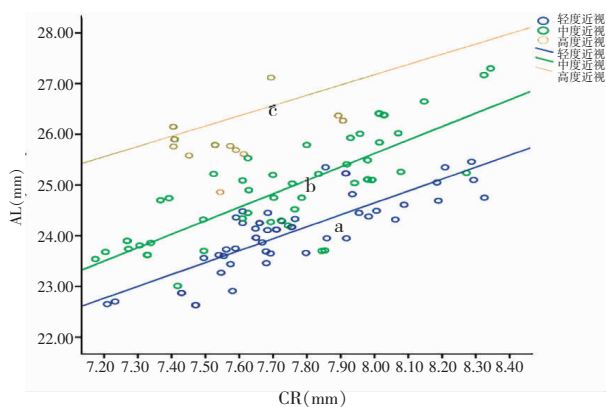


图 4 近视组等效球镜度与 AL/CR 值散点图

2.3 不同程度近视组屈光参数线性回归分析

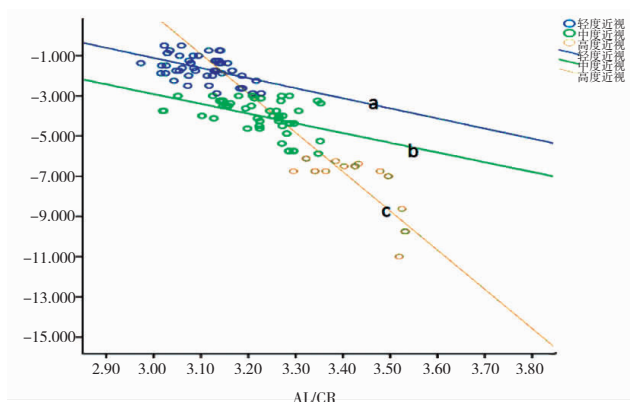
近视组 AL 与 CR 具有低度正相关性($r=0.297$, $P=0.000$)。线性回归分析轻度近视组 AL 与 CR 呈中度正相关($AL=6.201+2.325 \times CR$, $r=0.694$, $r^2=48.1\%$, $P=0.000$),CR 可解释 AL 48.1%的变异,CR 变化 0.1 mm,AL 增长约 0.23 mm;中度近视组 AL 与 CR 呈中度正相关($AL=7.624+2.271 \times CR$, $r=0.716$, $r^2=50.9\%$, $P=0.000$),CR 可解释 AL 50.9%的变异,CR 变化 0.1 mm,AL 增长约 0.23 mm;高度近视组 AL 与 CR 呈低度正相关($AL=11.002+2.022 \times CR$, $r=0.409$, $r^2=16.7\%$, $P=0.000$),CR 可解释 AL 16.7%的变异。3 组间线性回归直线比较分析差异有统计学意义($P=0.000$,协方差分析和 F 检验分析)(图 5)。



- a. $AL=6.201+2.325 \times CR, r=0.694, r^2=48.1\%, P=0.000$
 b. $AL=7.624+2.271 \times CR, r=0.716, r^2=50.9\%, P=0.000$
 c. $AL=11.002+2.022 \times CR, r=0.409, r^2=16.7\%, P=0.000$

图5 轻、中、高度近视眼轴长度与角膜曲率散点图

近视组 SER 与 AL/CR 值具有高度负相关性 ($r=0.886, P=0.000$)。线性回归分析轻度近视组 SER 与 AL/CR 值呈中度负相关 ($SER=12.225-4.423 \times AL/CR, r=0.453, r^2=20.5\%, P=0.000$), AL/CR 值可解释 SER 20.5% 的变异, AL/CR 值增加 0.1, SER 减少约 0.44 D; 中度近视组 SER 与 AL/CR 值呈中度负相关 ($SER=8.375-3.818 \times AL/CR, r=0.441, r^2=19.5\%, P=0.000$), AL/CR 值可解释 SER 19.5% 的变异, AL/CR 值增加 0.1, SER 减少约 0.38 D; 高度近视组 SER 与 AL/CR 值呈极高度负相关 ($SER=59.527-19.50 \times AL/CR, r=0.917, r^2=84.0\%, P=0.000$), AL/CR 值可解释 SER 84.0% 的变异, AL/CR 值增加 0.1, SER 减少约 1.9 D。3 组间线性回归直线比较分析差异有统计学意义 ($P=0.000$, 协方差分析和 F 检验分析) (图6)。



- 注: a. $SER=12.225-4.423 \times AL/CR, r=0.453, r^2=20.5\%, P=0.000$; b. $SER=8.375-3.818 \times AL/CR, r=0.441, r^2=19.5\%, P=0.000$; c. $SER=59.527-19.50 \times AL/CR, r=0.917, r^2=84.0\%, P=0.000$

图6 轻、中、高度近视等效球镜度与 AL/CR 值的散点图

3 讨论

以往一些研究报告 AL/CR 值与等效球镜度的

相关性比 AL 或 CR 更高^[14-15], 然而关于 AL/CR 值的研究相对于其他眼部生物参数较少。本研究发现, 正视眼 AL 与 CR 呈中度相关, 而 AL/CR 值、AL 与 SER 之间无明显相关性。近视眼 AL/CR 值与 SER 的相关系数 ($r=-0.886$) 大于 AL 与 SER 的相关系数 ($r=-0.752$)。高度近视组 AL/CR 值与 SER 相关性明显高于轻度及中度近视组 ($r=-0.917, r=-0.441, r=-0.453$, 均 $P=0.000$), AL 与 CR 相关性低于轻度及中度近视组 ($r=0.409, r=0.694, r=0.716$, 均 $P=0.000$)。人眼的屈光发育过程中, 眼轴与角膜屈光力的平衡作用可促进正视化并防止屈光状态向近视漂移, 若两者间平衡失调, 则可产生近视^[16]。这就解释了为什么近视眼 AL/CR 值与 SER 的相关性更高, 并且随着近视的增加而增加, 其他研究也报道在正视儿童中 AL/CR 值与等效球镜度相关性较低 ($r=-0.22$), 而在远视 ($r=-0.32$) 及近视 ($r=-0.58$) 儿童两者之间具有明显强相关^[17-18]。另一项针对近视儿童的调查研究中两者的相关系数高达 0.84^[19]。本研究中近视儿童 AL/CR 值可解释等效球镜度约 88.6% 的变异, 而眼轴长度解释等效球镜度 75.2% 的变异, Lai 等^[20]和 Ma 等^[21]曾提出结合未矫正的视力和 AL/CR 值比单纯只根据眼轴长度判断是否近视更灵敏、更特异。本课题组推测 AL/CR 值对预测及评估近视有重要意义。进一步重点分析不同程度近视儿童 AL/CR 值与等效球镜度的关系。

本研究正视组平均 AL/CR 值为 3.00 ± 0.86 , 以往研究结果显示未近视眼的平均 AL/CR 值为 2.9~3.1^[22-23]。高度近视、中度近视和轻度近视的平均 AL/CR 值分别为 3.47 ± 0.13 、 3.26 ± 0.09 和 3.12 ± 0.07 , 高于正视组及 Grosvenor^[9]报道的近视眼分界值 3.0, 推测在近视儿童中不同的等效球镜度可能对应不同的 AL/CR 值。He 等^[24]在上海进行的针对 6~12 岁学龄儿童 ($n=4\ 686$) 的 1 项大规模队列研究中, 等效球镜度 ≤ -3.00 D 近视儿童的平均 AL/CR 值为 3.21 ± 0.09 , $-0.50 \sim -3.00$ D 近视儿童的平均 AL/CR 值为 3.06 ± 0.08 , 轻度近视组 AL/CR 值与等效球镜度相关性低于中度近视组, 且 2 组之间差异有统计意义 ($r=-0.58, r=-0.64, P=0.000$)。与本研究轻度、中度近视组的结果相近。Jong 等^[25]针对 7~16 岁近视儿童 ($n=308$) 的 1 项报告 (等效球镜度 ≤ -6.00 D) 结果显示平均 AL/CR 值为 3.6 ± 0.1 , AL/CR 值与等效球镜度呈强相关 ($r=-0.81, P=0.000$), AL/CR 值增加 0.1 个单位, 等效球镜度平均增加 -1.2 D。在本研究中, 轻度近视、中度近视和高度近视的 AL/CR 值与等效球镜度的线性回归直线差异有统计学意义 ($r^2=$

20.5%, $r^2=19.5\%$, $r^2=84.0\%$, $P=0.000$), 高度近视的 AL/CR 值每增加一个单位, 屈光度变化比中度、轻度近视更大。AL/CR 值增加 0.1 个单位, 分别在轻度近视、中度近视和高度近视中等效球镜度平均减少 0.44D、0.38D 和 1.9D。很明显, 不同程度近视组 AL/CR 值与等效球镜度的相关性是不同的。He 等^[17]发现低度近视眼的 AL/CR 值每增加 0.1 单位, 近视进展约 -1.07D。Hashemi 等^[22]研究报道, 在近视 (-0.50~-6.00D) 人群中, AL/CR 值增加 0.1 单位对应屈光度增加 -1.21D。故 AL/CR 值可以用来判断近视的程度, 与近视分类有很高的相关性。此外, 本研究中不同程度近视组间线性回归方程的斜率变化太大 ($\beta=-4.423$, $\beta=-3.818$, $\beta=-19.501$), 难以准确判断近视进展。因此, AL/CR 值不能完全替代等效球镜度, 或者作为监测近视进展的指标。

AL/CR 值是一种客观的测量方法, 可对不同程度的近视进行分类。从公共卫生的角度来看, 早期发现近视, 可有效防控近视进展, 减少发生高度近视相关的眼部并发症风险, 提高近视患者的视觉质量及生活质量。尤其是在不能使用睫状肌麻痹剂散瞳验光情况下, AL/CR 值将有助于判断屈光不正和近视。这对了解偏远地区儿童屈光状态有非常重要的临床应用价值。

参 考 文 献

- [1] Morgan IG, Amanda N, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention[J]. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2018, 62: 134-149.
- [2] 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(5): 1036-1042.
- [3] Wu JF, Bi HS, Wang SM, et al. Refractive error, visual acuity and causes of vision loss in children in Shandong, China. The Shandong Children Eye Study[J]. *PLoS One*, 2013, 8(12): e82763.
- [4] Jung SK, Lee JH, Kakizaki H, et al. Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(9): 5579-5583.
- [5] Wong TY, Ferreira A, Hughes R, et al. Epidemiology and disease burden of pathologic myopia and myopic choroidal neovascularization, an evidence-based systematic review[J]. *Am J Ophthalmol*, 2014, 157(1): 9-25.
- [6] Tiffany H, Sudha N. Myopia epidemiology and strategies for intervention[J]. *Adv Ophthalmol Optom*, 2017, 1(2): 63-74.
- [7] Richard H. Myopia and daylight in schools: a neglected aspect of public health?[J]. *Perspect Pub Health*, 2016, 136(1): 150-155.
- [8] Scheiman M, Gwiazda J, Zhang Q, et al. Longitudinal changes in corneal curvature and its relationship to axial length in the correction of myopia evaluation trial (COMET) cohort[J]. *J Optom*, 2016, 9(1): 13-21.
- [9] Grosvenor T. High axial length/corneal radius ratio as a risk factor in the development of myopia[J]. *Am J Optom Physiol Opt*, 1988, 65(9): 689-696.
- [10] 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.
- [11] Goss DA, Jackson TW. Clinical findings before the onset of myopia in youth. I. Ocular optical components[J]. *Optom Vis Sci*, 1995, 72(12): 870-878.
- [12] 姚润莲, 艾育德, 阿拉腾其木格. 盐酸环喷托酯对儿童睫状肌麻痹效果的观察[J]. *国际眼科杂志*, 2010, 10(1): 153-154.
- [13] Chin MP, Siong KH, Chan KH, et al. Prevalence of visual impairment and refractive errors among different ethnic groups in schoolchildren in Turpan, China[J]. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2015, 35(3): 263.
- [14] Fledelius HC, Goldschmidt E. Oculometry findings in high myopia at adult age: considerations based on oculometric follow-up data over 28 years in a cohort-based Danish high-myopia series[J]. *Acta Ophthalmol*, 2010, 88: 472-478.
- [15] 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: 5.
- [16] Flitcroft DI. Is myopia a failure of homeostasis?[J]. *Exp Eye Res*, 2013, 114(9): 16-24.
- [17] He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314: 1142-1148.
- [18] Eghosasere I, Joy I, Christian Izuchukwu O. The role of axial length-corneal radius of curvature ratio in refractive state categorization in a Nigerian population[J]. *ISRN Ophthalmol*, 2011, 2011: 138941.
- [19] Grosvenor T, Scott R. Role of the axial length/corneal radius ratio in determining the refractive state of the eye[J]. *Optom Vis Sci*, 1994, 71(9): 573-579.
- [20] Lai YH, Tseng HY, Hsu HT, et al. Uncorrected visual acuity and noncycloplegic autorefractometry predict significant refractive errors in Taiwanese preschool children[J]. *Ophthalmology*, 2013, 120(2): 271-276.
- [21] Ma Y, He X, Zou H, et al. Myopia screening: combining visual acuity and noncycloplegic autorefractometry[J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(12): 1479-1485.
- [22] Hashemi H, Khabazkhoob M, Mirafteb M, et al. Axial length to corneal radius of curvature ratio and refractive errors[J]. *J Ophthalmic Vis Res*, 2013, 8(3): 220-226.
- [23] Warrier S, Wu HM, Newland HS, et al. Ocular biometry and determinants of refractive error in rural Myanmar: The Meiktila Eye Study[J]. *Br J Ophthalmol*, 2008, 92(12): 1591-1594.
- [24] He X, Zou H, Lu L, et al. Axial length/corneal radius ratio: association with refractive state and role on myopia detection combined with visual acuity in Chinese schoolchildren[J]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0111766.
- [25] 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[J]. *Optom Vis Sci*, 2018, 95(10): 921-929.

(责任编辑: 张辉洁)