

Dem 与轴率比预测 3-14 岁儿童屈光状态效率的比较

王丽娜, 闫春妮, 梁甜, 吕文超, 宋金鑫

引用: 王丽娜, 闫春妮, 梁甜, 等. Dem 与轴率比预测 3-14 岁儿童屈光状态效率的比较. 国际眼科杂志, 2024, 24(12): 1975-1981.

基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (No.2023-YBSF-637); 西安市科技计划项目 (No.2022YXYJ0079)

作者单位: (710002) 中国陕西省西安市, 西北大学附属第一医院 (西安市第一医院) 眼科

作者简介: 王丽娜, 毕业于青岛大学, 硕士研究生, 主治医师, 研究方向: 斜弱视与小兒眼科学。

通讯作者: 宋金鑫, 毕业于西安交通大学, 硕士研究生, 主任医师, 研究方向: 斜弱视与小兒眼科学. 23111856@qq.com

收稿日期: 2024-02-27 修回日期: 2024-10-29

摘要

目的: 研究 Dem、轴率比与 3-14 岁儿童屈光状态的关系, 比较 Dem、轴率比预测近视的效率, 探寻定量预测儿童屈光状态更为有效的方法。

方法: 横断面研究。收集 2021-03/2022-12 就诊于西安市第一医院眼科门诊的 3-14 岁儿童共 519 例 519 眼 (均取右眼数据)。于睫状肌麻痹验光前采集眼球生物测量数据, 记录眼轴长度 (AL)、角膜曲率 (K 值)、Dem、睫状肌麻痹后等效球镜度数 (SER) 等, SER ≤ -0.50 D 判断为近视。

结果: 3-14 岁儿童 SER 与 Dem 呈正相关 ($r = 0.88, P < 0.01$), 与 AL/CR 比值呈负相关 ($r = -0.87, P < 0.01$)。Dem、AL/CR 截点分别为 20.40 D、3.02, 当 Dem ≤ 20.40 D 或 AL/CR ≥ 3.02 时可判断为近视。Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.57 D, AL/CR 每增加 0.06, SER 减小 1.00 D。ROC 曲线下面积 (AUC) Dem (0.958) $>$ AL/CR (0.940)。

结论: 3-14 岁儿童 SER 与 Dem 呈正相关, 与 AL/CR 呈负相关, 预判近视的效率 Dem 优于 AL/CR。眼球生物测量仪可直接提供 Dem, 且 Dem 与 SER 量效关系更便于计算, 用于预测儿童 SER 更为便捷。

关键词: 等效球镜度数; 眼轴长度; 轴率比; Dem

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.12.21

Efficiency comparison of the Dem with axial length to corneal radius ratio in predicting refractive state of 3-14 years old children

Wang Lina, Yan Chunni, Liang Tian, Lyu Wenchao, Song Jinxin

Foundation items: Key Research and Development Program of Shaanxi Province (No.2023-YBSF-637); Science and Technology Plan Project of Xi'an (No.2022YXYJ0079)

Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Northwestern University (Xi'an No. 1 Hospital), Xi'an 710002, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Song Jinxin. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Northwestern University (Xi'an No. 1 Hospital), Xi'an 710002, Shaanxi Province, China. 23111856@qq.com

Received: 2024-02-27 Accepted: 2024-10-29

Abstract

• AIM: To assess the association between the Dem, axial length/corneal radius ratio (AL/CR ratio), and the refractive status of children aged 3 to 14, compare the efficiency of Dem with AL/CR ratio in predicting myopia, and to explore a more effective method for quantitatively predicting the refractive state of children.

• METHODS: This cross-sectional study involved 519 children aged 3 to 14, including 519 eyes (data from the right eyes were used). All participants were out-patients at the ophthalmic clinic of Xi'an No. 1 Hospital from March 2021 to December 2022. The axial length (AL), keratometry (K), Dem, and spherical equivalent refraction (SER) were recorded before ciliary paralysis, and myopia was defined when the SER ≤ -0.50 D.

• RESULTS: There was a positive correlation between SER and Dem ($r = 0.88, P < 0.01$), and a negative correlation between SER and the AL/CR ratio ($r = -0.87, P < 0.01$) in children aged 3-14. The optimal cutoff points for the Dem and AL/CR ratio were 20.40 D, and 3.02, respectively. Myopia could be diagnosed when the Dem ≤ 20.40 D or the AL/CR ratio ≥ 3.02 . SER decreased by 0.57 D for every 1 D decrease in Dem and by 1.00 D for every 0.06 increase in the AL/CR ratio. The area under the ROC curve (AUC) for Dem (0.958) was significantly greater than that for the AL/CR ratio (0.940).

• CONCLUSION: There is a positive correlation between SER and Dem, and a negative correlation between SER and the AL/CR ratio in children aged 3-14. Dem is more efficient than the AL/CR ratio in myopia assessment. The eye biometrics directly provide Dem values, which is more convenient for calculating the dose-effect relationship with SER, thus making it more efficient for predicting SER in children.

• KEYWORDS: spherical equivalent refraction; axial length; AL/CR ratio; Dem

Citation: Wang LN, Yan CN, Liang T, et al. Efficiency comparison of the Dem with axial length to corneal radius ratio in predicting refractive state of 3-14 years old children. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024, 24(12): 1975-1981.

0 引言

儿童眼球的正常发育,包括生理性远视逐渐正视化,在正视化的过程中眼轴长度(axial length, AL)、角膜曲率(keratometry, K)、前房深度(anterior chamber depth, ACD)、晶状体厚度(lens thickness, LT)等均发生相应的变化^[1],而眼球屈光状态是眼屈光系统中各屈光成分共同作用的结果。学龄期及学龄前期是视觉发育和眼球发育的重要时期,学龄前期处在视觉发育可塑性的关键期,这一时期的儿童对各种影响视觉发育的因素极为敏感,屈光状态变化相对较快,然而学龄前儿童缺乏耐心和合作,且调节力强,需经充分的睫状肌麻痹验光获得真实屈光状态。研究发现出生时眼轴长度为16.6~18.5 mm,出生后1 a眼轴增长速度最快,而后增长速度减慢^[2-3]。角膜屈光力在出生时最高,至3岁可达成人水平^[4]。由于屈光状态是多种屈光成分共同作用的结果^[5],儿童眼球发育过程中各生物参数处于动态变化中,单凭AL或K值等很难准确预测屈光状态。He等^[6]研究发现轴率比(axial length/corneal radius ratio, AL/CR ratio)能预测儿童屈光状态是否近视,AL/CR比值每增加1个单位等效球镜减小10.72 D,但眼球生物测量仪不能直接提供AL/CR比值,需要人工计算,比较繁琐。Dem是通过AL、K值、ACD、LT等计算所得,Dem预测屈光度可能更接近于眼球真实屈光度,且眼球生物测量仪能直接提供Dem值,便于计算。通过不同人工晶状体计算公式对儿童白内障人工晶状体植入术后屈光状态预测的准确性研究发现,Hoffer Q、Barrett Universal II、Holladay、Holladay2和SRK/T公式优于其他公式,当年龄大于24月龄,AL>21 mm时,Barrett universal II、Haigis公式相对准确,当年龄小于24月龄,AL≤21 mm时,SRK/T公式更为准确^[7-9]。Teshigawara等^[10]比较了Barrett universal II、Haigis、SRK/T公式预测拟植入人工晶状体后眼屈光度受散瞳影响情况,发现SRK/T公式预测植入人工晶状体后屈光度结果不受散瞳影响,而Barrett universal II、Haigis公式明显受影响。因此本研究选择于睫状肌麻痹验光前测量眼球生物参数并使用SRK/T公式计算Dem,且SRK/T公式主要包含参数为AL、K值等,是对轴率比的一种优化,因此预判近视效率可能更佳。本研究收集3~14岁儿童睫状肌麻痹下屈光状态、AL/CR及各眼球生物学参数,并探讨其与眼球屈光状态之间的关系,比较Dem与AL/CR定量预测3~14岁儿童屈光状态的效率,探寻定量预测儿童屈光状态更为有效和便捷的方式。

1 对象和方法

1.1 对象 横断面研究,收集2021-03/2022-12于西安市第一医院眼科门诊就诊的3~14岁儿童共519例(男268例268眼,女251例251眼),均取右眼数据。纳入标准:(1)因体检发现视力差或自觉视力下降或门诊复诊的屈光不正儿童;(2)3~14岁儿童;(3)未发现视力及屈光异常要求眼科健康查体的儿童。排除标准:(1)眼压>21 mmHg;(2)既往有眼科疾病手术史;(3)患有角膜、眼底病变、屈光介质混浊等疾病者;(4)眼球震颤患者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,通过医院伦理委员会审批通过(伦理号:No.2022-02),监护人及儿童阅读并签署知情同意后参加本研究。

1.2 方法 所有儿童均接受视力、眼压、裂隙灯显微镜、Tomey OA-2000、睫状肌麻痹验光及眼底检查并记录,所有检查均于睫状肌麻痹验光前进行。根据年龄分为3组:

A组3~5岁,59例(男28例,女31例);B组6~10岁,403例(男208例,女195例);C组11~14岁,57例(男32例,女25例)。

1.2.1 眼球生物参数测量 睫状肌麻痹前,Tomey OA-2000测量AL/ACD(包含角膜厚度)、LT、瞳孔直径(PD)、角膜曲率K[K1、K2, $K = (K1 + K2) / 2$]和目标屈光度为0时拟植入人工晶状体度数(Emmetropic power, Dem,采用SRK/T公式,A常数设为118.3),并计算AL/CR ratio($CR = 337.5 / K$),AL每眼测量5次,K1、K2每眼测量3次,取平均值。本研究所有操作均由同一眼科技师操作完成,并严格遵守操作标准,并在儿童良好配合下完成各项检查。

1.2.2 屈光度检查 3~5岁儿童使用1%硫酸阿托品眼用凝胶进行睫状肌麻痹验光,2次/天,点5 d,第6 d进行睫状肌麻痹验光;6~11岁儿童使用1%环喷托酯滴眼液进行睫状肌麻痹验光,5 min 1次,点3次,而后点1次0.5%复方托吡卡胺滴眼液,等候20 min;12~14岁儿童使用0.5%复方托吡卡胺滴眼液进行睫状肌麻痹验光,5 min 1次,点3次,等候20 min。观察瞳孔直径>6 mm,瞳孔对光反射消失,使用全自动电脑验光仪行客观屈光度检查,每眼自动检测3次,再行检影验光后得到验光结果并记录。根据公式计算等效球镜度数(SER)=球镜度数+1/2柱镜度数,当SER>-0.50 D可判断为非近视状态,当SER≤-0.50 D时可判断为近视状态。

统计学分析:所有数据均使用SPSS26.0统计学软件进行分析。计量资料根据描述法结合直方图判定是否符合正态分布,峰度绝对值小于10并且偏度绝对值小于3,则认为符合正态分布,采用均数±标准差进行描述,各组Dem、AL/CR、AL、LT与SER、年龄的相关性采用Pearson线性相关分析,各组Dem、AL/CR、AL、LT等组间差异采用单因素方差分析。采用ROC曲线分析比较Dem、AL/CR在预测儿童真实屈光状态中的有效性。以P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 近视患病情况 以SER结果为金标准,当SER≤-0.50 D时判断为近视状态,3~14岁儿童近视患病率为59.0%,近视患病率A组6.8%,B组63.0%,C组84.2%(表1,1代表近视,0代表非近视)。

表1 近视患病率情况

分组	眼数	百分比(%)	
总体	0	213	41.0
	1	306	59.0
	总计	519	100
A组	0	55	93.2
	1	4	6.8
	总计	59	11.4
B组	0	149	37.0
	1	254	63.0
	总计	403	77.6
C组	0	9	15.8
	1	48	84.2
	总计	57	11.0

注:A组为3~5岁;B组为6~10岁;C组为11~14岁;1代表近视,0代表非近视。

3-14岁儿童平均年龄 7.68 ± 2.19 岁, AL 23.56 ± 1.23 mm, AL/CR 比值 3.03 ± 0.14 , ACD(包含角膜厚度) 3.62 ± 0.28 mm, PD 5.74 ± 0.82 mm, Dem 20.51 ± 3.33 D, SER -0.55 ± 2.16 D, LT 3.53 ± 0.21 mm, K 值 43.39 ± 1.52 D, WTW 11.87 ± 0.40 mm。A、B、C 三组年龄、AL/CR 比值、ACD、PD、SER、Dem、LT、AL 的差异有统计学意义(均 $P < 0.01$), 且随着年龄的增长 AL/CR 比值、ACD、PD、AL 呈上升趋势, SER、Dem、LT 呈下降趋势。A、B、C 三组 K 值、WTW 差异无统计学意义(均 $P > 0.05$), 见表 2。

2.2 年龄与各生物参数的相关性分析 3-14 岁儿童年龄与 AL、AL/CR 比值、ACD、PD 呈正相关(均 $P < 0.01$), 与 Dem、SER、LT 呈负相关(均 $P < 0.01$), 与 K 值、WTW 无线

性相关(均 $P > 0.05$)。其中 A 组年龄与 K 值、WTW、AL、AL/CR 比值、ACD、PD、Dem、SER、LT 均无线性相关关系(均 $P > 0.05$); B 组年龄与 AL、AL/CR 比值、ACD、PD 呈正相关(均 $P < 0.05$), 与 SER、Dem、LT 呈负相关(均 $P < 0.01$), 与 K 值、WTW 无线性相关(均 $P > 0.05$); C 组年龄与 LT 呈正相关($P = 0.04$), 与 K 值、WTW、AL、AL/CR 比值、ACD、PD、Dem、SER 均无线性相关(均 $P > 0.05$), 见表 3。

2.3 各组 SER 与各生物参数的相关性分析 3-14 岁儿童 SER 与年龄、AL、AL/CR 比值、ACD、PD 呈负相关(均 $P < 0.01$); SER 与 K 值、WTW 无线性相关(均 $P > 0.05$); SER 与 Dem、LT 呈正相关(均 $P < 0.01$)。相关性最显著的为 Dem, 其次为 AL/CR 比值、AL, 见表 3、4。

表 2 各组年龄、SER 及各眼球生物参数分布情况

参数	A 组	B 组	C 组	F	P	$\bar{x} \pm s$
年龄(岁)	3.83 ± 0.79	7.64 ± 1.10	11.91 ± 1.09	829.86	<0.01	
SER(D)	2.04 ± 2.29	-0.74 ± 1.87	-1.92 ± 1.85	70.10	<0.01	
AL(mm)	22.12 ± 1.10	23.62 ± 1.05	24.61 ± 1.24	80.02	<0.01	
AL/CR 比值	2.83 ± 0.12	3.04 ± 0.12	3.15 ± 0.13	114.68	<0.01	
Dem(D)	25.24 ± 3.00	20.22 ± 2.71	17.64 ± 2.79	120.15	<0.01	
K 值(D)	43.18 ± 1.50	43.45 ± 1.53	43.17 ± 1.43	1.42	0.24	
ACD(mm)	3.24 ± 0.26	3.65 ± 0.25	3.77 ± 0.26	72.31	<0.01	
WTW(mm)	11.86 ± 0.41	11.87 ± 0.40	11.84 ± 0.39	0.16	0.85	
PD(mm)	5.26 ± 0.90	5.79 ± 0.79	5.82 ± 0.83	10.21	<0.01	
LT(mm)	3.81 ± 0.21	3.51 ± 0.19	3.43 ± 0.18	66.97	<0.01	
个案数	59	403	57			

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

表 3 各组年龄与各生物参数的 Pearson 相关性分析

参数	总体(年龄)		A 组(年龄)		B 组(年龄)		C 组(年龄)	
	相关性	P	相关性	P	相关性	P	相关性	P
SER	-0.50	<0.01	0.04	0.76	-0.36	<0.01	-0.09	0.49
AL	0.57	<0.01	0.11	0.41	0.43	<0.01	0.13	0.33
AL/CR 比值	0.60	<0.01	0.03	0.82	0.45	<0.01	0.03	0.83
Dem	-0.63	<0.01	-0.07	0.61	-0.48	<0.01	-0.07	0.62
K 值	-0.04	0.36	-0.11	0.40	-0.06	0.24	-0.16	0.22
ACD	0.46	<0.01	-0.01	0.97	0.30	<0.01	-0.02	0.86
WTW	-0.01	0.97	-0.18	0.21	0.02	0.63	0.06	0.66
PD	0.16	<0.01	-0.03	0.85	0.21	0.02	-0.13	0.33
LT	-0.44	<0.01	-0.01	0.93	-0.32	<0.01	0.27	0.04

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

表 4 各组 SER 与各生物参数的 Pearson 相关性分析

参数	总体(SER)		A 组(SER)		B 组(SER)		C 组(SER)	
	相关性	P	相关性	P	相关性	P	相关性	P
AL	-0.75	<0.01	-0.76	<0.01	-0.67	<0.01	-0.71	<0.01
AL/CR 比值	-0.87	<0.01	-0.88	<0.01	-0.82	<0.01	-0.88	<0.01
Dem	0.88	<0.01	0.88	<0.01	0.84	<0.01	0.88	<0.01
K 值	-0.04	0.32	-0.55	<0.01	-0.05	0.31	-0.02	0.87
ACD	-0.57	<0.01	-0.63	<0.01	-0.44	<0.01	-0.37	<0.01
WTW	-0.31	0.49	-0.32	0.12	0.03	0.60	-0.18	0.19
PD	-0.17	<0.01	0.21	0.14	-0.12	0.01	-0.26	0.048
LT	0.55	<0.01	0.45	<0.01	0.45	<0.01	0.31	0.018

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

2.3.1 各组 SER 与 AL/CR 比值呈负相关 3-14 岁儿童 SER 与 AL/CR 比值呈负相关 ($r = -0.87, P < 0.01$)。AL/CR 比值截点为 3.02, 当 AL/CR 比值 ≥ 3.02 时可判断为近视, 灵敏度 88.6%, 特异度 85.9%, 约登指数 0.75, AL/CR 比值每增加 0.06, SER 减小 1.00 D (图 1A)。A 组中, SER 与 AL/CR 比值呈负相关 ($r = -0.88, P < 0.01$)。AL/CR 比值截点为 2.91, 当 AL/CR 比值 ≥ 2.91 时可判断为近视, 灵敏度 100%, 特异度 85.5%, 约登指数 0.86, AL/CR 比值每增加 0.04, SER 减小 1.00 D (图 1B)。B 组中, SER 与 AL/CR 比值呈负相关 ($r = -0.82, P < 0.01$)。AL/CR 比值截点为 3.03, 当 AL/CR 比值 ≥ 3.03 时可判断为近视, AL/CR 比值每增加 0.05, SER 减小 1.00 D (图 1C)。C 组, SER 与 AL/CR 比值呈负相关 ($r = -0.88, P < 0.01$)。AL/CR 比值截点为 3.09, 当 AL/CR 比值 ≥ 3.09 时可判断为近视, AL/CR 比值每增加 0.06, SER 减小 1.00 D (图 1D), 见表 5。

以睫状肌麻痹验光结果为金标准, 3-14 岁儿童以 AL/CR 截点 3.02 预测近视, A 组、B 组、C 组分别以 AL/CR 截点 2.91、3.03、3.09 预测近视, 近视分布情况见表 6。3-14 岁儿童 AL/CR 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 88.6%、85.9%、87.09%、14.1%、11.4%, 阳性似然比 6.28, 阴性似然比为 0.16。A 组 AL/CR 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 100%、85.5%、92.7%、14.5%、0%, 阳性似然比 6.90, 阴

性似然比为 0。B 组 AL/CR 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 84.3%、87.2%、84.1%、12.8%、15.7%, 阳性似然比 6.59, 阴性似然比为 0.18。C 组 AL/CR 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 81.3%、100%、84.2%、0%、18.7%, 阳性似然比无限大, 阴性似然比为 0.19。

2.3.2 各组 SER 与 Dem 呈正相关 3-14 岁儿童 SER 与 Dem 呈正相关 ($r = 0.88, P < 0.01$)。Dem 截点 20.40 D, 当 Dem ≤ 20.40 D 时可判断为近视, 灵敏度 85.9%, 特异度 91.1%, 约登指数 0.77, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.57 D (图 2A)。A 组中, SER 与 Dem 呈正相关 ($r = 0.88, P < 0.01$)。Dem 截点 22.22 D, 当 Dem ≤ 22.22 D 时可判断为近视, 灵敏度 100%, 特异度 96.4%, 约登指数 0.96, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.68 D (图 2B)。B 组中, SER 与 Dem 呈正相关 ($r = 0.84, P < 0.01$)。Dem 截点 20.33 D, 当 Dem ≤ 20.33 D 时可判断为近视, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.58 D (图 2C)。C 组中, SER 与 Dem 呈正相关 ($r = 0.88, P < 0.01$)。Dem 截点 18.30 D, 当 Dem ≤ 18.30 D 时可判断为近视, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.58 D (图 2D), 见表 7。

以睫状肌麻痹验光结果为金标准, 3-14 岁儿童以 Dem 截点 20.40 D 预测近视, A 组、B 组、C 组分别以 Dem 截点 22.22、20.33、18.30 D 预测近视, 近视分布情况见表 8。3-14 岁儿童 Dem 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 85.9%、91.1%、87.9%、8.9%、14.1%,

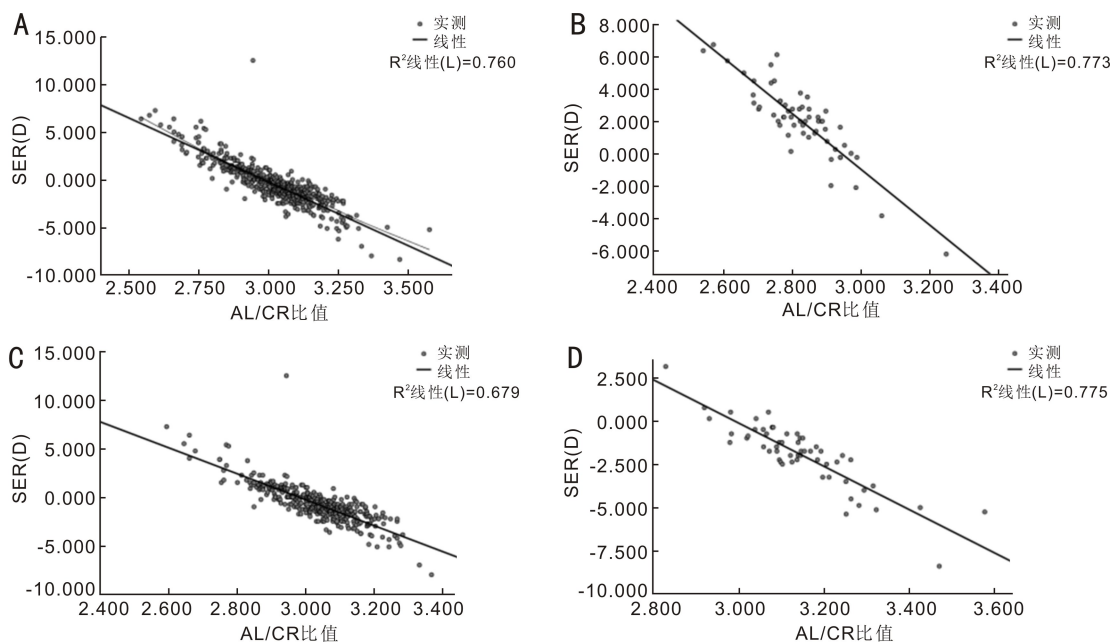


图 1 总体及各组 SER 与 AL/CR 比值线性关系 A: 总体; B: A 组; C: B 组; D: C 组。

表 5 SER 与 AL/CR 比值间线性关系及 AL/CR 截点

组别	回归方程	AUC	截点	灵敏度 (%)	特异度 (%)	约登指数
A 组	AL/CR = 2.92 - 0.04 SER	0.959	2.91	100	85.5	0.86
B 组	AL/CR = 3.00 - 0.05 SER	0.924	3.03	84.3	87.2	0.72
C 组	AL/CR = 3.03 - 0.06 SER	0.905	3.09	81.3	100	0.81
总体	AL/CR = 2.99 - 0.06 SER	0.940	3.02	88.6	85.9	0.75

注: A 组为 3-5 岁; B 组为 6-10 岁; C 组为 11-14 岁。

表 6 睫状肌麻痹验光与 AL/CR 诊断近视的频数比较 眼

睫状肌麻痹验光	AL/CR		合计
	近视	非近视	
3-14 岁			
近视	269	37	306
非近视	30	183	213
合计	299	220	519
A 组			
近视	4	0	4
非近视	8	47	55
合计	12	47	59
B 组			
近视	214	40	254
非近视	24	125	149
合计	238	165	403
C 组			
近视	39	9	48
非近视	0	9	9
合计	39	18	57

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

表 8 睫状肌麻痹验光与 Dem 值诊断近视的频数比较 眼

睫状肌麻痹验光	Dem		合计
	近视	非近视	
3-14 岁			
近视	263	43	306
非近视	20	193	213
合计	283	236	519
A 组			
近视	4	0	4
非近视	2	53	55
A 组合计	6	53	59
B 组			
近视	213	41	254
非近视	13	136	149
B 组合计	226	177	403
C 组			
近视	36	12	48
非近视	0	9	9
合计	36	21	57

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

表 7 SER 与 Dem 间 Pearson 线性关系及截点

组别	回归方程	AUC	截点(D)	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
A 组	SER = -15.00 + 0.68 Dem	0.982	22.22	100	96.4	0.96
B 组	SER = -12.41 + 0.58 Dem	0.949	20.33	83.9	91.3	0.75
C 组	SER = -12.22 + 0.58 Dem	0.920	18.30	75.0	100	0.75
总体	SER = -12.29 + 0.57 Dem	0.958	20.40	85.9	91.1	0.77

注:A 组为 3-5 岁;B 组为 6-10 岁;C 组为 11-14 岁。

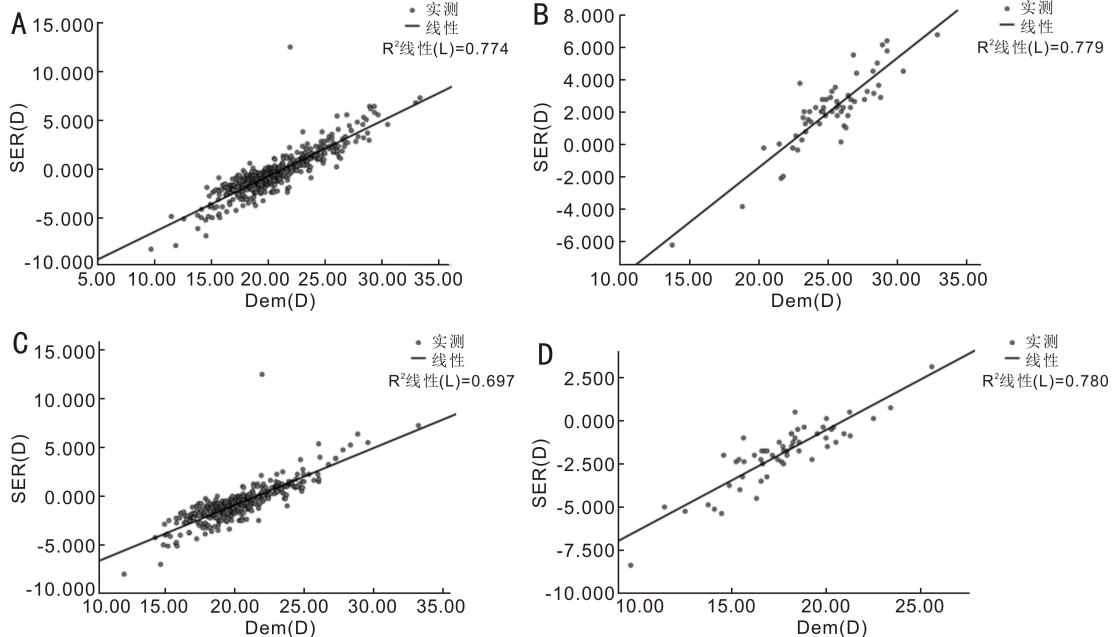


图 2 总体及各组 SER 与 Dem 线性相关及回归分析 A: 总体;B:A 组;C:B 组;D:C 组。

阳性似然比 9.65, 阴性似然比为 0.15。A 组 Dem 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 100%、96.4%、87.9%、3.6%、0%, 阳性似然比 277.78, 阴性似然比为 0。B 组 Dem 预判近视的灵敏度、特异度、准

确度、误诊率、漏诊率分别为 83.9%、91.3%、86.6%、8.7%、16.1%, 阳性似然比 9.64, 阴性似然比为 17.63。C 组 Dem 预判近视的灵敏度、特异度、准确度、误诊率、漏诊率分别为 75.0%、100%、79.0%、0%、25.0%, 阳性似然比

无限大,阴性似然比为0.25。

2.4 Dem与AL/CR预测儿童近视的ROC曲线分析 3-14岁儿童预判近视时,ROC曲线下面积(area under the curve, AUC) Dem (0.958) > AL/CR (0.940),见图3A。A组预判近视时,AUC比较, Dem (0.982) > AL/CR (0.973),见图3B。B组预判近视时,AUC比较, Dem (0.949) > AL/CR (0.924),见图3C。C组预判近视时,AUC比较, Dem (0.920) > AL/CR (0.905),见图3D。

3 讨论

全球近视患病率逐年上涨,尤其是学龄期儿童,是近视发生和进展的重要时期,近视的防控工作备受国内外重视。目前检测儿童屈光度最准确的方法仍然是睫状肌麻痹下检影验光,不同年龄段需采取不同睫状肌麻痹方式。2019年《中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识》^[11]指出儿童首次验光需采取睫状肌麻痹验光,大于12岁儿童采用0.5%复方托吡卡胺睫状肌麻痹验光,6-12岁儿童采用1%环喷托酯睫状肌麻痹验光,小于6岁儿童采用1%阿托品睫状肌麻痹验光。但睫状肌麻痹验光耗时较长,尤其是阿托品睫状肌麻痹验光,瞳孔散大后明显畏光、视近物不清等不适体验持续2-3 wk,点药期间可能出现发热、过敏等表现。那么,是否有别的方式可以预测儿童屈光状态,从而减少或避免不必要的睫状肌麻痹验光及其副作用。学者们对儿童屈光参数做了较多研究,发现AL/CR可以用来预测儿童屈光状态^[6],但是AL/CR需进行换算,对于繁忙的诊室接诊工作不甚友好。本研究思路来源于白内障手术,通过计算机对白内障患者眼球生物参数进行计算模拟植入人工晶状体后人眼的屈光度,本研究拟通过Dem反向推测眼球屈光状态。Tao等^[12]研究认为睫状肌麻痹前后各眼球生物参数无明显变化,但也有研究认为睫状肌麻痹后ACD增加^[13],而Dem是各眼球生物参

数综合作用的结果, Dem用于预测眼球屈光状态可能更接近于真实屈光状态。本研究均于睫状肌麻痹前进行眼球生物参数的数据采集,研究各屈光参数与儿童屈光状态间的关系。本研究除对以往研究的AL、AL/CR与SER的相关性进行了分析外,还对Dem与SER的相关性进行了研究。Dem的计算包含了AL、K值、晶状体厚度、前房深度等多种眼球生物参数,而眼球屈光状态也是由AL及眼球各屈光介质共同决定,因此通过Dem与SER的相关性的研究,反向推算活体人眼的屈光力,较单纯通过AL或AL/CR评估儿童屈光状态可能更为可靠。

本研究显示3-14岁儿童近视患病率59.0%,略高于张加裕等^[14]对温州地区7-14岁儿童研究中报道的56.33%,可能与近年受新冠病毒疫情影响网课增加及户外活动减少有关,也可能与我们只选取了诊室内就诊的儿童有关。本研究结果显示3-14岁儿童随年龄增长,AL逐渐增长、ACD逐渐加深、LT逐渐减小、SER由远视向正视再向近视发展,与以往研究结果一致^[15-17]。但A组和C组年龄与大多眼球生物参数无明显线性相关关系,可能与A、C组样本量小有关。

本研究发现SER与AL/CR呈线性负相关,与以往研究结果一致^[6,15,18]。Zhang等^[19]对河北地区3-6岁儿童调查研究发现AL随年龄增长而增长,而角膜曲率(K值)已趋于稳定,其认为AL/CR可以作为3-6岁儿童预测近视的指标。Guo等^[15]对3-6岁学龄前儿童研究发现AL/CR每增加1, SER平均减小0.62 D。Mu等^[18]对8-18岁儿童的研究发现AL/CR截点为3.035, AL/CR每增加0.1个单位, SER平均减小0.667 D,与本研究结果3-14岁儿童AL/CR截点为3.02, AL/CR比值每增加0.06, SER平均减小1 D,比较一致。Mu等^[18]亦对AL和AL/CR预测屈光度的可靠性进行了对比,发现AL/CR较单纯使用AL

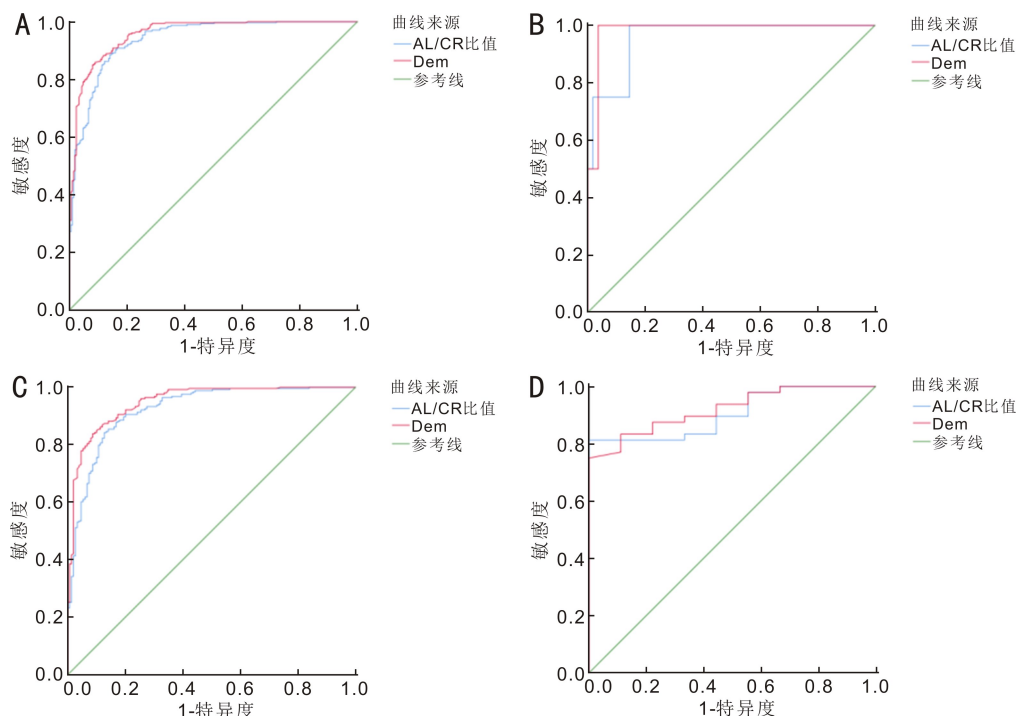


图3 Dem与AL/CR预测儿童近视的ROC曲线分析 A:总体;B:A组;C:B组;D:C组。

预测近视更为准确。各研究结果都有少许差别,可见地域不同、年龄段不同屈光状态随 AL/AL/CR 变化不同,其截点也略有不同。

本研究利用 Dem 反向推测屈光状态,以往无有关 Dem 与屈光状态关系的研究,观察所有被试儿童,结果发现 Dem 与 SER 的呈线性正相关, Dem 截点为 20.40 D,当 $Dem \leq 20.40$ D 时可判断为近视, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.57 D。ROC 曲线分析发现预判是否近视时 Dem 优于 AL/CR,因此本研究提示 Dem 用于定性预判是否近视更为可靠。从量效关系来看,当定量预测 SER 时,3-14 岁儿童 Dem 每降低 1 D, SER 降低约 0.6 D,而 AL/CR 每增加 0.06, SER 平均减小 1 D,可见 Dem 更便于计算。眼球生物测量仪不能直接提供 AL/CR,需要手动计算,而大部分生物测量仪通过简单的设置均可直接提供 Dem,因此使用 Dem 来预判是否近视效率优于 AL/CR,且定量预测 SER 更加便捷。

本研究根据年龄分组,各组 SER 与 Dem 均呈线性正相关,3-5 岁儿童 AL/CR、Dem 截点为 2.91、22.22 D, AL/CR 每增加 0.04, SER 减小 1 D, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.68 D。6-10 岁儿童 AL/CR、Dem 截点分别为 3.03、20.33 D, AL/CR 每增加 0.05, SER 减小 1.00 D, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.58 D。11-14 岁儿童 AL/CR、Dem 截点分别为 3.09、18.30 D, AL/CR 每增加 0.06, SER 减小 1.00 D, Dem 每减小 1 D, SER 减小 0.58 D。不同年龄组 Dem、AL/CR 预判近视的截点不同,且随年龄增长每一个单位 Dem 和 AL/CR 的变化带来屈光度的变化减小,可见随年龄增长眼球各生物参数变化幅度减小,生长发育趋于稳定。ROC 曲线分析发现预测是否近视时总体和各组 Dem 均优于 AL/CR,说明 3-14 岁儿童预判是否近视 Dem 效率均优于 AL/CR。

本研究发现 Dem 用于预判近视准确性优于 AL/CR, Dem 是 SRK/T 公式计算所得, SRK/T 公式是第三代人工晶状体度数计算公式,该公式包含的眼球生物参数主要是 AL、K 值以及有效晶体位置等,是轴率比的一种优化,如使用更新的人工晶状体计算公式包含更多眼球生物参数,用于预测屈光度是否更优,有待进一步研究。

综上所述, Dem 较 AL/CR 定性预判近视准确性更高。眼球生物测量仪不接触眼球,操作简单,儿童接受度好,且 Dem 数值可被直接提供,但 AL/CR 不能被直接提供,使用 Dem 预测儿童屈光状态更方便。从量效关系来看定量预测屈光度大小 Dem 更为便捷, Dem 每减小 1 D, 6-14 岁儿童约带来 0.6 D 的等效球镜变化, 3-5 岁儿童约带来 0.7 D 的等效球镜变化。通过 Dem 在儿童进行睫状肌麻痹验光前可快速定量预测其 SER 大小,结合眼位、调节功能及电脑验光结果等选择合适的睫状肌麻痹验光方式,并可提预判并前告知家属可能存在的问题,有利于建立和谐医患关系,更好地指导临床工作。本研究不足之处为样本量较小,尤其是 A 组和 C 组,采用了 SRK/T 公式,只针对 3-14 岁儿童睫状肌麻痹验光进行分析,后续研究可扩大样本量并纳入更新的人工晶状体计算公式进一步研究。

参考文献

[1] Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, et al. Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005, 46(9):3074-3080.

[2] Fledelius HC, Christensen AC. Reappraisal of the human ocular growth curve in fetal life, infancy, and early childhood. *Br J Ophthalmol*, 1996, 80(10):918-921.

[3] Zhang Y, Su M, Liang LL, et al. The guiding significance of ocular biometry in evaluating the refractive status of preschool children. *Ophthalmic Res*, 2023, 66(1):1213-1221.

[4] Inagaki Y. The rapid change of corneal curvature in the neonatal period and infancy. *Arch Ophthalmol*, 1986, 104(7):1026-1027.

[5] Zhang ZR, Mu JY, Wei J, et al. Correlation between refractive errors and ocular biometric parameters in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1):472.

[6] 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.

[7] Wang MH, Li DF, Fan Z, et al. Accuracy of intraocular lens power calculation formulas in patients with multifocal intraocular lens implantation with optic capture in Berger space for pediatric cataract. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2023, 60(2):139-146.

[8] Lin L, Fang JY, Sun WJ, et al. Accuracy of newer generation intraocular lens power calculation formulas in pediatric cataract patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2023, 261(4):1019-1027.

[9] Chang PJ, Lin L, Li ZL, et al. Accuracy of 8 intraocular lens power calculation formulas in pediatric cataract patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020, 258(5):1123-1131.

[10] Teshigawara T, Meguro A, Mizuki N. Influence of pupil dilation on the barrett universal II (new generation), haigis (4th generation), and SRK/T (3rd generation) intraocular lens calculation formulas: a retrospective study. *BMC Ophthalmol*, 2020, 20(1):299.

[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] Tao YL, Li MH, Tan J, et al. Effects of atropine and tropicamide on ocular biological parameters in children: a prospective observational study. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1):96.

[13] Tao YL, Cheng XK, Ouyang C, et al. Changes in ocular biological parameters after cycloplegia based on dioptre, age and sex. *Sci Rep*, 2022, 12(1):22470.

[14] 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. *中华眼科杂志*, 2016, 52(7):514-519.

[15] 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.

[16] Zhen Y, Chang H, Huang HK, et al. The accuracy of using vergence formula to screen myopia in children: a cross-sectional study. *Front Med*, 2023, 10:1233080.

[17] Mu JY, Zhang ZR, Wu XX, et al. Refraction and ocular biometric parameters in 3- to 6-year-old preschool children: a large-scale population-based study in Chengdu, China. *BMC Ophthalmol*, 2024, 24(1):207.

[18] Mu JF, Zeng D, Fan JJ, et al. The accuracy of the axial length and axial length/corneal radius ratio for myopia assessment among Chinese children. *Front Pediatr*, 2022, 10:859944.

[19] Zhang Y, Su M, Liu H, et al. Development of refractive parameters in 3- to 6-year-old children and its application in myopia prediction and intervention guidance. *Comput Math Methods Med*, 2021, 2021:3656831.