

MRT 观察近视儿童配戴单焦和离焦及 OK 镜的离焦状态及近视控制效果

毛馨遥, 林江, 王瑞, 周仕萍, 付雪梅, 王琼, 曾雪梅

引用:毛馨遥,林江,王瑞,等. MRT 观察近视儿童配戴单焦和离焦及 OK 镜的离焦状态及近视控制效果. 国际眼科杂志, 2025, 25(8):1324-1329.

基金项目:成都市医学科研课题(No.2022341)

作者单位:(610041)中国四川省成都市,成都爱尔眼科医院

作者简介:毛馨遥,硕士,主治医师,研究方向:视光、斜弱视。

通讯作者:林江,主任医师,副院长,研究方向:视光、斜弱视。

ljcdeye@163.com

收稿日期:2025-01-10 修回日期:2025-06-20

摘要

目的:通过多光谱屈光地形图(MRT)观察近视儿童配戴单焦点框架眼镜、周边近视离焦定制框架眼镜、角膜塑形镜后的离焦状态及近视控制效果。

方法:选取2022年6月至2023年12月在成都爱尔眼科医院就诊的近视患者279例,年龄8-14岁,等效球镜度(SE)为-7.00--0.50 D,随访1 a。按照自愿原则,分为三组,94例采用配戴单焦点框架眼镜(SVL组)、90例采用周边近视离焦定制框架眼镜(IORC组)、95例采用角膜塑形镜(OK镜组),同时将三组儿童根据SE不同分为低度近视(-3.00--0.50 D)、中度近视(-6.00--3.25 D)和高度近视(-7.00--6.25 D)组。使用MRT测量,比较三组在不同近视区间视网膜4个象限上方、下方、鼻侧、颞侧(RDV-S、RDV-I、RDV-N、RDV-T)和3个视场角范围0-15°、15°-30°、30°-45°(RDV-15、RDV-30、RDV-45)的离焦变化(相连区域的分界线数据归后一组)。取右眼数据纳入统计分析,采用单因素方差分析比较组间离焦量,采用单因素和多因素线性回归分析干预1 a后眼轴(AL)改变的相关变化因素。

结果:干预前后SVL组、IORC组、OK镜组患者在低度、中度、高度近视区间戴镜1 a等效球镜和AL增长差值比较均有差异($P<0.001$)。低度近视区间戴镜1 a SE、AL增长差值两两比较,SVL组与IORC组、OK镜组比较均有差异($P<0.001$),而IORC组与OK镜组无明显差异($P>0.05$);中度近视区间戴镜1 a,OK镜组与IORC组、SVL组SE和AL增长差值两两比较均有差异($P<0.001$);高度近视区间戴镜1 a,OK镜组与IORC组、SVL组SE和AL增长差值比较均有差异($P<0.001$),而IORC组与SVL组无明显差异($P>0.05$)。三组患者在低度、中度、高度近视区间的4个象限和3个视场角周边视网膜离焦量(RPRE)差值比较均有差异($P<0.001$)。低度近视区间戴镜1 a视场角D-RDV-15增长差值两两比较,SVL组与IORC组、OK镜组比较均有差异($P<0.001$),而IORC组与OK镜组无明显差异($P>0.05$);中度近视区间戴镜1 a视场角D-RDV-30,SVL组与IORC组、OK镜组比较均有差异($P<0.001$),

IORC组与OK镜组无明显差异($P>0.05$);高度近视区间戴镜1 a视场角D-RDV-15,OK镜组与IORC组、SVL组比较均有差异($P<0.001$),而IORC组与SVL组无明显差异($P>0.05$)。单因素和多因素线性回归模型分析显示IORC组、OK镜组戴镜1 a D-TRVD、D-RDV-45、D-RDV-N、D-RDV-I变化与戴镜1 a AL增长差值具有相关性。

结论:MRT在临床控制近视方面具有指导性,近视发展与周边视网膜离焦状态有关,视场角范围30°-45°的鼻下侧离焦量差异可能是控制近视快速发展的因素之一。

关键词:近视;多光谱屈光地形图(MRT);周边近视离焦框架眼镜;角膜塑形镜(OK镜);周边视网膜离焦;单焦点框架眼镜

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.8.20

Defocusing state and myopia control of single focus, defocus and orthokeratology in myopic children observed by multispectral refraction topography

Mao Xinyao, Lin Jiang, Wang Rui, Zhou Shiping, Fu Xuemei, Wang Qiong, Zeng Xuemei

Foundation item: Chengdu Medical Research Project (No. 2022341)

Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

Correspondence to: Lin Jiang, Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China. ljcdye@163.com

Received:2025-01-10 Accepted:2025-06-20

Abstract

• **AIM:** To observe the defocus state and myopia control in myopic children wearing single-vision, defocus, and orthokeratology lenses using multispectral refraction topography (MRT).

• **METHODS:** A total of 279 myopic patients aged 8-14 years old, with a spherical equivalent (SE) from -7.00 to -0.50 D, treated at the Chengdu Aier Eye Hospital from June 2022 to December 2023. Patients who volunteered for the study were assigned to three groups. A total of 94 cases were provided with single-vision spectacle lenses (SVL group), 90 cases received individualized ocular refraction customization (IORC group), and 95 cases received orthokeratology lenses (OK group). Simultaneously, the three groups were further

categorized into low (-3.00 to -0.50 D), moderate (-6.00 to -3.25 D), and high myopia (-7.00 to -6.25 D) groups according to different SE. MRT was used to measure and compare the defocus changes of the retina in superior, inferior, nasal, and temporal quadrants (RDV-S, RDV-I, RDV-N, RDV-T), and three angles of field of view, including 0-15°, 15°-30°, and 30°-45° (RDV-15, RDV-30, RDV-45) in the three groups (the data divide for the connected regions is grouped to the latter group). A one-way analysis of variance was used for intergroup comparisons. Univariate and multivariate linear regression analyses were used to analyze the factors related to changes in the axial length (AL) at 1 a after intervention.

• **RESULTS:** There were significant differences in 1-year SE and AL growth among patients in the SVL, IORC, and OK groups before and after intervention ($P < 0.001$). The 1-year SE and the difference of AL growth in patients with low myopia was significantly different among SVL, IORC, and OK groups ($P < 0.001$); however, there was no significant difference between the IORC and OK groups ($P > 0.05$); there were significant differences in the SE and AL growth changes between the OK group and the IORC and SVL groups in moderate myopia ($P < 0.001$); and there were significant differences between the OK group and the IORC and SVL groups in SE and AL growth of high myopia group after wearing lenses for 1 a ($P < 0.001$), while there were no significant differences between the IORC and SVL groups ($P > 0.05$). In addition, there were significant differences in the relative peripheral refractive errors (RPRE) of 4 quadrants and 3 eccentric regions among the three groups of patients in different degrees of myopia groups ($P < 0.001$). Pair-wise comparison of the growth difference of eccentric D-RDV-15 in low myopia group after wearing lenses for 1 a showed significant differences between the SVL, IORC, and OK groups ($P < 0.001$), but no significant differences between the IORC and OK groups ($P > 0.05$). The angle of field of view D-RDV-30 in moderate myopia subgroups was statistically different between the SVL group and the IORC and OK groups after wearing lenses for 1 a ($P < 0.001$), while the IORC and OK groups showed no significant differences ($P > 0.05$); the angle of field of view D-RDV-15 in high myopia subgroups was statistically different between the OK group and the IORC and SVL groups after wearing lenses for 1 a ($P < 0.001$), but there was no significant difference between the IORC and SVL groups ($P > 0.05$). Univariate and multivariate linear regression model analysis showed that the changes in D-TRVD, D-RDV-45, D-RDV-N, and D-RDV-I correlated with the increase in the difference in 1 a AL.

• **CONCLUSION:** MRT can be used to guide the clinical control of myopia. Myopia development is related to the peripheral retinal defocus state, and the difference of defocus quantity in the inferior nasal side at 30°-45° eccentricity may be a factor regulating the rapid progression of myopia.

• **KEYWORDS:** myopia; multispectral refraction topography (MRT); peripheral myopia defocus glasses;

orthokeratology (OK); peripheral retinal defocus; single-vision spectacle lenses

Citation: Mao XY, Lin J, Wang R, et al. Defocusing state and myopia control of single focus, defocus and orthokeratology in myopic children observed by multispectral refraction topography. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25(8): 1324-1329.

0 引言

近视已成为一项影响全球公共健康的问题^[1],根据近视流行病学专家分析,据预测,到2050年世界上约50%的人口将患有近视,高达10%的人口将患有高度近视,如果不及时的预防及控制近视,近视,尤其病理性近视带来的眼轴进行性增长,会导致一系列的眼部并发症,包括视网膜脱落、黄斑区脉络膜新生血管性出血、白内障、青光眼等,最终可能导致永久性视力障碍甚至失明^[2]。因此,减缓近视进展的治疗已经成为一个相当重要的研究领域。目前近视的治疗主要集中在矫正视力和延缓其进展,以降低近视相关眼部并发症的发生率^[3]。现公认的控制近视的光学类措施有:单焦眼镜、离焦眼镜及角膜塑形镜等,均在临床中取得不同程度的近视控制效果^[4],其中角膜塑形镜(orthokeratology, OK)是一种采用特殊设计的硬性透气性角膜接触镜,通过镜片及其下方的泪液膜发挥压力的作用,从而暂时性地改变角膜的几何形态,在视网膜周边形成近视性离焦,达到有效控制近视度数的发展^[5],而离焦微透镜片也是通过镜片中周部的微透镜在视网膜周边形成近视性离焦,从而控制眼轴的快速生长^[6];视网膜作为信号转换器,一直是近视研究的焦点,既往多项研究均证实,周边视觉是能够独立于中心视觉影响眼球的形状和屈光不正,周边视网膜在眼球发育的过程中起到了更重要的作用^[7-8]。

既往由于实验设备和技术的限制,关于周边视网膜离焦量(relative peripheral refractive errors, RPRE)只测量了水平或垂直子午线上几个点,因设备比较传统,操作复杂,使其在临床大范围应用中受到了不同程度的限制^[9],本研究采用一种新的方法,即运用多光谱屈光地形图(multispectral refractive topography, MRT)利用不同波长的单光谱光线依次采集眼底图片,通过深度开发的计算机算法,对镜头补偿后的多光谱图像进行对比分析,计算汇总各像素点的实际屈光值相对应的屈光地形图,操作简便, MRT可测量出视网膜4个象限及在0°-45°的视场角范围内视网膜离焦量,具有良好的重复性和准确性^[10],本研究主要目的是研究使用MRT观察配戴单焦、周边近视离焦及OK镜片的近视儿童的RPRE,并评估眼轴长度(AL)增长差值与干预前后离焦量变化的相关性。

1 对象和方法

1.1 对象 连续纳入2022年6月至2023年12月在成都爱尔眼科医院门诊就诊的8-14岁近视儿童作为研究对象,根据患者及家属的意愿分成三组:单焦点框架眼镜组(SVL组)、周边近视离焦定制框架眼镜组(IORC组)、角膜塑形镜组(OK镜组),同时将三组儿童根据SE不同分为低度近视(LM, -3.00--0.50 D)组、中度近视(MM, -6.00--3.25 D)组和高度近视(HM, -7.00--6.25 D)组。纳入标准:(1)年龄8-14岁;(2)等效球镜度(SE)为

-7.00--0.50 D,单眼最佳矫正视力(BCVA) ≥ 1.0 ; (3) 顺规散光度数 < 2.00 D,双眼等效球镜度(SE)差值 < 1.00 D; (4) 眼压10-21 mmHg; (5) 角膜曲率为40-46 D; (6) 纳入患者均同意参加本次研究,并能够坚持配合。排除标准: (1) 患者拒绝参加研究; (2) 屈光参差(双眼屈光度数相差2.5 D以上); (3) 伴有明显的水平或者垂直斜视、眼球震颤; (4) 合并全身发育异常或神经系统疾病; (5) 合并眼部器质性疾病; (6) 中重度干眼、角膜炎、圆锥角膜等角膜塑形镜配戴禁忌者; (7) 既往使用过角膜塑形镜,双光或多焦或周边近视离焦镜片及其他方法控制近视患者; (8) 既往有眼部手术史者。本研究取得医学伦理委员会审查批准(批准号:IRB-CDM-2022002)所有参与者(及其监护人)均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 眼科常规检查 屈光状态(< 9 岁患者采用环戊酮滴眼液, ≥ 9 岁患者采用复方托吡卡胺滴眼液),每5 min 1次,共点3次,睫状肌麻痹后用综合验光仪(TOPCON CV.5000)进行验光,屈光度为SE(球镜度数+柱镜度数/2);非接触眼压测量采用NT-530 NIDEK;眼科光学生物测量仪(IOL Master700)测量6次,取平均值;Oculus keratograph角膜地形图仪测量角膜曲率及了解角膜形态。

1.2.2 MRT 检查 在散瞳条件下,采用MRT(MSI C2000)来进行测量。将受检者下巴放置于颌托,额头向前紧贴颌托,固定头部。检查时要求受检者固视正前方绿色视标3-5 s,检查者操作手柄对准受检者瞳孔中心,向前推入直到窥见清晰的视网膜视盘及血管,通过单目摄影在5-10 s内完成视网膜屈光地形图数据采集。在后台操作系统上提取不同区域的RPRE,并记录总视网膜离焦量(total refraction difference value,TRVD)、 $0^\circ-15^\circ$ 周边视网膜的离焦量(RDV-15)、 $15^\circ-30^\circ$ 周边视网膜的离焦量(RDV-30)、 $30^\circ-45^\circ$ 周边视网膜的离焦量(RDV-45)、上方视网膜的离焦量(RDV-S)、下方视网膜的离焦量(RDV-I)、鼻侧视网膜的离焦量(RDV-N)、颞侧视网膜的离焦量(RDV-T),其中相连区域的分界线数据归后一组。相对远视RPRE用正值表示,相对近视RPRE则用负值表示。此项检查由经验丰富的特检师完成。

1.2.3 戴镜后随访 三组患者于戴镜后6 mo,1 a门诊定期随访,检查裸眼视力、眼健康状态、AL,综合验光及MRT

测量周边视网膜的离焦量。本研究取右眼数据进行统计分析。SE差值=戴镜后1 a SE-戴镜前SE;AL差值=戴镜后1 a AL-戴镜前AL。SVL组和IORC组戴镜期间近视度数增加 ≥ 0.50 D者,及时更换同类型框架镜片;OK镜组夜间配戴后白天裸眼视力 ≤ 0.8 者,根据坚持配戴1 mo后白天的综合验光验配单焦镜片。

统计学分析:采用SPSS 26.0统计学软件进行分析,计量资料以均数 \pm 标准差表示,三组比较采用单因素方差分析,经频率-直方图进行方差齐性检验,方差齐采用LSD-t法进行两两比较,方差不齐采用Tamhane方法进行两两比较;计数资料比较采用 χ^2 进行。单因素和多因素线性回归模型评估AL改变的相关变化因素,单变量模型中 $P < 0.05$ 的因子纳入多变量模型,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者基本信息比较 本研究共招募了290例参与者,在1 a的随访中,有11例参与者因中断随访或改用其他训练方案而退出研究,共有279例儿童完成了研究,SVL组94例94眼,其中男50例,女44例,年龄 11.38 ± 1.93 岁;IORC组90例90眼,其中男45例,女45例,年龄 11.19 ± 2.02 岁;OK镜组95例95眼,其中男45例,女50例,年龄 11.57 ± 1.84 岁。三组患者性别、年龄、SE、AL、RDV-15、RDV-30、RDV-45、RDV-S、RDV-I、RDV-N、RDV-T、TRVD比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 三组患者在不同近视区间戴镜前后SE和AL差值的比较 SVL组中,LM 43眼,MM 29眼,HM 22眼;IORC组中,LM 37眼,MM 30眼,HM 23眼;OK镜组中:LM 42眼,MM 30眼,HM 23眼。三组患者在LM、MM、HM区间戴镜1 a SE和AL增长差值比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$)。LM区间戴镜1 a SE、AL增长差值两两比较,SVL组与IORC组、OK镜组比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),而IORC组与OK镜组无明显统计学差异($P = 0.948, 0.994$);MM区间戴镜1 a,OK镜组与IORC组、SVL组SE和AL增长差值两两比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$);HM区间戴镜1 a,OK镜组与IORC组、SVL组SE和AL增长差值比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),而IORC组与SVL组无明显统计学差异($P = 0.102, 0.200$),见表2。

表1 三组患者戴镜前基线资料对比

组别	例数	性别	年龄	SE	AL	RDV-15	RDV-30
		(男/女,例)	($\bar{x} \pm s$,岁)	($\bar{x} \pm s$,D)	($\bar{x} \pm s$,mm)	($\bar{x} \pm s$,D)	($\bar{x} \pm s$,D)
SVL组	94	50/44	11.38 ± 1.93	-3.42 ± 1.91	24.57 ± 1.15	0.02 ± 0.09	0.16 ± 0.21
IORC组	90	45/45	11.19 ± 2.02	-3.91 ± 2.04	24.89 ± 1.21	-0.00 ± 0.08	0.13 ± 0.17
OK镜组	95	45/50	11.57 ± 1.84	-3.70 ± 1.88	24.76 ± 1.07	0.02 ± 0.08	0.16 ± 0.21
$F\chi^2$		0.643	0.881	1.499	1.866	2.495	0.574
P		0.725	0.416	0.225	0.157	0.084	0.564
组别	例数	RDV-45	RDV-S	RDV-I	RDV-N	RDV-T	TRVD
		($\bar{x} \pm s$,D)	($\bar{x} \pm s$,D)	($\bar{x} \pm s$,D)			
SVL组	94	0.22 ± 0.02	0.40 ± 0.43	0.85 ± 0.42	0.79 ± 0.35	0.82 ± 0.52	0.54 ± 0.24
IORC组	90	0.21 ± 0.22	0.41 ± 0.36	0.81 ± 0.38	0.79 ± 0.33	0.80 ± 0.42	0.49 ± 0.26
OK镜组	95	0.30 ± 0.03	0.41 ± 0.43	0.79 ± 0.39	0.86 ± 0.38	0.83 ± 0.46	0.55 ± 0.34
$F\chi^2$		1.954	0.021	0.626	1.071	0.082	1.050
P		0.144	0.980	0.536	0.344	0.922	0.351

2.3 三组患者在不同象限及不同视场角戴镜前后 RPRE 差值的比较 三组患者在 LM、MM、HM 区间的 4 个象限和 3 个视场角 RPRE 差值比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$)。LM 区间戴镜 1 a 视场角 D-RDV-15 增长差值两两比较,SVL 组与 IORC 组、OK 镜组比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),而 IORC 组与 OK 镜组无明显统计学差异($P = 1.00$);MM 区间戴镜 1 a 视场角 D-RDV-30,SVL 组与 IORC 组、OK 镜组比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),IORC 组与 OK 镜组无明显统计学差异($P = 0.301$);HM 区间戴镜 1 a 视场角 D-RDV-15,OK 镜组与 IORC 组、

SVL 组比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),而 IORC 组与 SVL 组无明显统计学差异($P = 0.251$),见表 3。

2.4 IORC 组和 OK 镜组戴镜 1 a AL 增长差值的相关变化因素 单因素回归分析显示 IORC 组和 OK 镜组中 4 个象限和 3 个视场角戴镜 1 a RPRE 变化量与戴镜 1 a AL 变化量相关(均 $P < 0.001$);多因素线性回归模型分析显示,戴镜 1 a D-TRVD、D-RDV-45、D-RDV-N、D-RDV-I 与戴镜 1 a AL 变化量相关(均 $P < 0.05$)。两组回归分析显示戴镜 1 a D-TRVD、D-RDV-45、D-RDV-N、D-RDV-I 变化与戴镜 1 a AL 增长差值具有相关性,见表 4。

表 2 三组患者在不同近视区间戴镜 1 a 前后 SE 和 AL 差值的比较

$\bar{x} \pm s$

组别	D-SE(D)			D-AL(mm)		
	LM	MM	HM	LM	MM	HM
SVL 组	-1.03±0.22	-0.83±0.20	-0.67±0.23	0.77±0.12	0.66±0.14	0.51±0.15
IORC 组	-0.46±0.20	-0.49±0.16	-0.54±0.17	0.39±0.16	0.40±0.15	0.41±0.20
OK 镜组	-0.48±0.20	-0.30±0.20	-0.10±0.11	0.40±0.15	0.27±0.13	0.13±0.07
<i>F</i>	97.374	58.903	67.879	86.867	58.142	39.769
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 三组患者在不同象限及不同视场角戴镜 1 a 前后 RPRE 差值的比较

$(\bar{x} \pm s, D)$

组别	眼数	D-TRVD	D-RDV-15	D-RDV-30	D-RDV-45	D-RDV-S	D-RDV-I	D-RDV-N	D-RDV-T
LM									
SVL 组	43	-0.09±0.03	-0.00±0.02	-0.02±0.02	-0.07±0.03	-0.11±0.02	-0.07±0.03	-0.00±0.03	-0.20±0.03
IORC 组	37	-0.38±0.04	-0.06±0.04	-0.22±0.03	-0.33±0.03	-0.52±0.05	-0.40±0.04	-0.18±0.03	-0.54±0.06
OK 镜组	42	-0.47±0.06	-0.06±0.03	-0.17±0.07	-0.27±0.06	-0.65±0.07	-0.49±0.06	-0.34±0.04	-0.66±0.07
<i>F</i>		890.196	54.666	234.392	446.108	1360.817	1047.555	1236.273	725.865
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
MM									
SVL 组	29	-0.09±0.03	-0.00±0.02	-0.02±0.02	-0.06±0.02	-0.10±0.03	-0.06±0.03	-0.00±0.02	-0.22±0.03
IORC 组	30	-0.34±0.03	-0.03±0.03	-0.19±0.02	-0.29±0.02	-0.50±0.03	-0.37±0.03	-0.14±0.02	-0.52±0.04
OK 镜组	30	-0.51±0.06	-0.06±0.03	-0.21±0.07	-0.31±0.06	-0.70±0.07	-0.53±0.06	-0.38±0.03	-0.72±0.07
<i>F</i>		835.271	38.521	52.326	394.481	1265.572	965.999	1510.822	688.167
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
HM									
SVL 组	22	-0.14±0.20	0.00±0.02	-0.02±0.02	-0.06±0.03	-0.11±0.03	-0.06±0.03	-0.00±0.02	-0.22±0.03
IORC 组	23	-0.32±0.03	-0.01±0.03	-0.16±0.03	-0.27±0.02	-0.46±0.04	-0.26±0.24	-0.11±0.03	-0.48±0.05
OK 镜组	23	-0.56±0.05	-0.06±0.03	-0.25±0.05	-0.35±0.06	-0.77±0.05	-0.64±0.27	-0.42±0.03	-0.82±0.08
<i>F</i>		73.336	34.328	216.791	333.339	1474.926	44.209	1199.392	622.557
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 IORC 组和 OK 镜组戴镜 1 a AL 增长差值的相关变化因素

组别	单因素		多因素	
	β (95%CI)	<i>P</i>	β (95%CI)	<i>P</i>
D-TRVD	0.528(0.739-1.192)	<0.001	-0.622(-1.907--0.367)	0.04
D-RDV-15	0.340(1.228-2.006)	<0.001	0.736(-0.388-0.848)	0.463
D-RDV-30	0.518(1.228-2.006)	<0.001	0.225(-0.034-1.437)	0.061
D-RDV-45	0.530(1.356-2.181)	<0.001	0.415(0.562-2.206)	0.001
D-RDV-S	0.552(0.636-0.996)	<0.001	-0.113(-1.117-0.784)	0.730
D-RDV-I	0.319(0.184-0.466)	<0.001	-0.174(-0.331--0.023)	0.024
D-RDV-T	0.482(0.510-0.878)	<0.001	0.413(-0.079-1.225)	0.085
D-RDV-N	0.569(0.623-0.955)	<0.001	0.700(0.476-1.538)	<0.001

3 讨论

近视已成为全球范围内备受关注的公共卫生问题,其中儿童的近视防控工作更是受到社会各界的广泛重视。既往多项研究发现,外周视网膜离焦对眼睛生长有着重要的影响。正视和远视的眼睛通常具有相对的近视周边离焦;而患有近视的眼睛具有相对的远视周边离焦,且距离黄斑越远,远视性离焦越明显^[11-12]。因此,调节周边视网膜的离焦状态能够有效减缓近视发展,而 MRT 是一种新型的多光谱眼底成像系统,可以全面分析区域视网膜的周边屈光度。近几年也有学者提出,MRT 测量后发现不同的屈光状态呈现不同程度的 RPPE,近视度数越高,RPPE 远视离焦越高^[13],王倩等^[14]研究结果也证实了这一点。因此,本研究将所有患者根据屈光状态分为低度、中度、高度近视,同时根据真实世界儿童光学类戴镜常见的三种形式,分为单焦点框架眼镜、周边近视离焦定制框架眼镜、OK 镜三组,通过 MRT 测量,与配戴单焦点框架眼镜相比,配戴周边近视离焦定制框架眼镜和 OK 镜的儿童 RPPE 呈现近视性离焦漂移,且差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$);其中,三组患者在低度、中度、高度近视区间的 4 个象限和 3 个视场角 RPPE 差值比较,差异均有统计学意义($P < 0.001$),OK 镜组和 IORC 组戴镜 1 a 后近视性离焦均明显高于 SVL 组,尤其在视场角 RDV-30 和 RDV-45。本研究显示在低度近视中,SVL、IORC、OK 镜组戴镜 1 a 后 AL 分别增加了 0.77 ± 0.12 、 0.39 ± 0.16 、 0.40 ± 0.15 mm,OK 镜组和 IORC 组控制 AL 增长效果一致,均优于 SVL 组控制效果;而在中度近视中,SVL、IORC、OK 镜组戴镜 1 a 后 AL 分别增加了 0.66 ± 0.14 、 0.40 ± 0.15 、 0.27 ± 0.13 mm,OK 镜组控制 AL 增长效果最佳,IORC 组优于 SVL 组;在高度近视中,SVL、IORC、OK 镜组戴镜 1 a 后 AL 分别增加了 0.51 ± 0.15 、 0.41 ± 0.20 、 0.13 ± 0.07 mm,OK 镜组控制 AL 增长效果最佳,IORC 组与 SVL 组控制效果一致。这与魏丽等^[15]研究结果也基本一致,其研究中发现与离焦设计框架眼镜相比,近视度数相对高,OK 镜控制近视儿童的 AL 增长越好,而对近视度数相对低的儿童,两种方法控制 AL 增长的疗效相似。

目前,OK 镜和离焦设计框架眼镜控制近视进展的机制仍不明确,目前认为主要的机制可能是周边视网膜近视性离焦^[16]。周边视网膜对眼睛生长的影响最早是 Smith 等^[7]研究发现,利用光凝技术切除了恒河猴的中心凹,证明了外周视网膜在正视化中的作用,即使在中心凹消融后也可以观察到屈光变化,外周远视性离焦加速了 AL 的生长,而在去除诱导后,AL 生长逐渐减缓,甚至恢复到正常水平。随后,这一观点也在更多的研究中被证实,且除了 OK 镜外,离焦软镜、离焦框架镜片,在减少远视离焦方面也有一定的效果^[17-18]。既往大部分研究通过计算视网膜相对周边屈光度(RPR,即对应点的周边屈光度与中央屈光度的差值)来描述视网膜周边屈光度,只能测试鼻侧颞侧 30° 以内的相对周边屈光度^[19-20]。MRT 是一种新型多光谱眼底成像系统,能快速、广域检查视网膜离焦状态的眼科设备,目前关于 MRT 研究较少。既往 Li 等^[21]研究也发现,通过 MRT 测量,儿童配戴 OK 镜后,RPPE 显示出相对的近视离焦。此外,RPPE 越负,AL 的增长率越小,这与本研究中的结果是一致的。

国内外研究中也发现,人眼视网膜的自然周边离焦是不对称的,具有区域性,这种不对称在鼻颞侧研究的比较多,既往帅钰等^[22]研究发现,近视患儿视网膜周边 10°-53° 范围的离焦状态与 AL 增长密切相关,RDV 越低 AL 增长越缓慢,而廖俊等^[23]研究也发现在视场角 30°-45° 及 45°-53° 区域内 D-RPRE 与 D-AL 呈正相关。另外考虑到基线 RPPE 和 AL 在配戴周边近视离焦眼镜后对 AL 增长的影响^[24],本研究中,我们就戴镜前后 RPPE 与 AL 增长差值做了单因素和多因素的相关分析。其中 OK 镜组和 IORC 组戴镜 1 a 视网膜 D-RDV-45、RDV-N、D-RDV-I 变化与戴镜 1 a AL 增长差值具有相关性(均 $P < 0.05$),即视场角 30°-45° 鼻下侧戴镜前后视网膜离焦量的差值与近视儿童配戴周边近视离焦框架镜及 OK 镜后 AL 的控制密切相关,预测视场角 30°-45° 的鼻下侧离焦量差异可能是控制近视的因素,当然这一研究还需要后续纳入更多的样本和纵向研究去证实。另外,本研究中纳入的人群为 8-14 岁的儿童,双眼屈光度为轻度、中度和高度近视,基线数据与上面的研究文献有所差别,故结论也不太一致。

本研究存在的不足之处:入组患者为非随机对照研究,虽三组儿童基线参数没有差异,但不能排除一些未测量的因素引起的偏倚;未关注及测量瞳孔的大小,瞳孔的大小也可能是配戴离焦镜片后视网膜周边离焦状态及近视控制效果的原因;未就参与者日常近距离用眼及生活户外活动时间做进一步对比分析,这对近视的发展也有一定的影响;且总体样本量尚不够大,随访时间不够长等;这些问题需要在后续的研究中改善。

综上所述,近视发展与周边视网膜离焦状态有关,视场角 30°-45° 的鼻下侧离焦量差异控制可能是近视快速进展的因素之一,MRT 作为新型多光谱眼底成像系统,全面分析视网膜离焦状态,为近视防控干预研究提供新思路、新方法,在临床控制近视方面具有指导性。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 毛馨遥论文选题与修改,初稿撰写;王瑞、周仕萍、王琼文献检索,数据分析;曾雪梅、付雪梅项目实施及数据收集;林江选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

- [1] Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. IMI prevention of myopia and its progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021,62(5):6.
- [2] Xu X, He XG. Strengthening the understanding of the pathological evolution of myopia. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*, 2019,55(10):721-725.
- [3] 沈诗薇,蒋丽君,朱永唯. 多区正向离焦镜片在近视防控领域的研究进展. *国际眼科杂志*, 2025,25(2):270-273.
- [4] 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.
- [5] Vincent SJ, Cho P, Chan KY, et al. CLEAR-orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021,44(2):240-269.
- [6] Wu Y, Kou J, Lei S, et al. Effect of individualized ocular refraction customization spectacle lens wear on visual performance in myopic Chinese children. *Transl Vis Sci Technol*, 2024,13(6):21.
- [7] Smith EL 3rd, Kee CS, Ramamirtham R, et al. Peripheral vision

can influence eye growth and refractive development in infant monkeys.

Invest Ophthalmol Vis Sci, 2005,46(11):3965-3972.

[8] Smith EL 3rd. Prentice Award Lecture 2010; a case for peripheral optical treatment strategies for myopia. *Optom Vis Sci*, 2011,88(9):1029-1044.

[9] Liao YR, Yang ZL, Li ZJ, et al. A quantitative comparison of multispectral refraction topography and autorefractometer in young adults. *Front Med (Lausanne)*, 2021,8:715640.

[10] 田佳鑫, 魏士飞, 李仕明, 等. 基于光学成像屈光补偿技术对视网膜屈光状态测量方法的研究. *中华眼科医学杂志(电子版)*, 2020,10(3):135-140.

[11] 樊旭. 浅析不同屈光度儿童的视网膜周边离焦分布特点. *中国斜视与小兒眼科杂志*, 2024,32(3):15-18.

[12] Hu HL, Li SZ, Feng AY, et al. Relative peripheral refraction in school children with different refractive errors using a novel multispectral refraction topographer. *Int J Ophthalmol*, 2024,17(8):1477-1482.

[13] Du YQ, Zhou YH, Ding MW, et al. Observation of peripheral refraction in myopic anisometropia in young adults. *Int J Ophthalmol*, 2023,16(12):2082-2088.

[14] 王倩, 王秋轶, 吕刚, 等. 角膜塑形镜和多区正向光学离焦眼镜及单焦框架眼镜的近视控制效果比较. *国际眼科杂志*, 2023,23(11):1891-1895.

[15] 魏丽, 王铭, 于世傲, 等. 离焦设计框架眼镜和角膜塑形镜控制近视儿童眼轴延长的疗效比较. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2023,25(7):506-511.

[16] Tabernero J, Vazquez D, Seidemann A, et al. Effects of myopic spectacle correction and radial refractive gradient spectacles on peripheral

refraction. *Vision Res*, 2009,49(17):2176-2186.

[17] Lei S, Wu Y, Kou J, et al. The effect of individualized ocular refraction customized spectacle lenses on myopia control in schoolchildren; a 1-year randomised clinical trial. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2024,44(6):1279-1289.

[18] Li SM, Kang MT, Wu SS, et al. Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children; a meta-analysis. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2017,37(1):51-59.

[19] Gifford KL, Gifford P, Hendicott PL, et al. Stability of peripheral refraction changes in orthokeratology for myopia. *Cont Lens Anterior Eye*, 2020,43(1):44-53.

[20] Marcellán MC, Ávila FJ, Ares J, et al. Peripheral refraction of two myopia control contact lens models in a young myopic population. *Int J Environ Res Public Health*, 2023,20(2):1258.

[21] Li T, Chen ZY, She M, et al. Relative peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology lenses using a novel multispectral refraction topographer. *Clin Exp Optom*, 2023,106(7):746-751.

[22] 帅钰, 于嘉, 张晶, 等. 近视患儿配戴角膜塑形镜后的视网膜周边离焦. *眼科新进展*, 2023,43(12):983-986,991.

[23] 廖俊, 屈雪梅, 张春芳, 等. 近视屈光参差儿童周边视网膜离焦状态分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2024,26(6):416-422.

[24] Hiraoka T, Kakita T, Okamoto F, et al. Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia; a 5-year follow-up study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012,53(7):3913-3919.