

# 角膜塑形镜离焦环偏心对近视发展的影响

郭丽, 陈小虎

(绵阳市中心医院, 绵阳 四川 621000)

**【摘要】目的:** 探讨研究角膜塑形镜配戴后离焦环偏心对近视发展的影响。**方法:** 选取 242 例验配角膜塑形镜近视患者的 426 眼为研究对象, 按照离焦环偏心量分为正位组 ( $n = 68$ )、轻度偏心组 (偏心量  $\leq 0.5$  mm,  $n = 117$ )、中度偏心组 (偏心量  $0.5 \sim 1$  mm,  $n = 164$ ) 和重度偏心组 (偏心量  $\geq 1$  mm,  $n = 77$ )。比较不同偏心组戴镜 1 年后眼轴增长, 分析离焦环偏心量、偏心方向与眼轴增长的关系。**结果:** 戴镜 1 年后不同偏心组眼轴增长比较, 差异有统计学意义 ( $P = 0.005$ ); 离焦环总偏心量、低度近视组偏心量、中度近视组偏心量与眼轴增长呈负相关 ( $r = -0.16, P = 0.002$ ;  $r = -0.15, P = 0.039$ ;  $r = -0.21, P = 0.005$ ); 偏心方向的水平夹角与眼轴增长呈负相关 ( $r = -0.16, P = 0.002$ )。**结论:** 离焦环偏心量增大和向垂直方向偏移可以抑制近视发展, 原因可能是其增大了视网膜部分区域近视离焦量。

**【关键词】** 近视; 角膜塑形镜; 偏心; 眼轴

**【中图分类号】** R778.11 **【文献标志码】** A

## Influence of the decentration of the orthokeratology defocus ring on myopia

GUO Li, CHEN Xiao-hu

(Mianyang Central Hospital, Mianyang 621000, Sichuan, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the effect of the decentration of the defocus ring on the progression of myopia with orthokeratology. **Methods:** 426 eyes of 242 patients with myopia being treated with orthokeratology were selected as the research object. According to the decentration of the defocus ring, they were divided into four groups: orthotropic group ( $n = 68$ ), mild decentration group (decentration  $\leq 0.5$  mm,  $n = 117$ ), moderate decentration group (decentration  $0.5 - 1$  mm,  $n = 164$ ) and severe decentration group (decentration  $\geq 1$  mm,  $n = 77$ ). The changes of axis length in different eccentric groups were compared, and the correlation between the distance of decentration, direction of decentration and the change in axis length after wearing the orthokeratology for 1 year were evaluated. **Results:** The axial length changes of different eccentric groups were significantly different ( $P = 0.005$ ). The total decentration, decentration in low myopia group and moderate myopia group were negatively correlated with axial growth ( $r = -0.16, P = 0.002$ ;  $r = -0.15, P = 0.039$ ;  $r = -0.21, P = 0.005$ ). The horizontal angle of the eccentric direction was negatively correlated with the growth of the axial length ( $r = -0.16, P = 0.002$ ). **Conclusion:** Increasing the decentration of the defocusing ring and shifting to vertical direction can inhibit the development of myopia, which may be due to enhancement of the peripheral defocusing of myopia in some areas of the retina.

**【Key words】** Myopia; Orthokeratology; Decentration; Axial length

近视是全球范围内的一种常见病,在我国学生群体中发病率高,并呈低龄化趋势。随着《儿童青少年近视防控适宜技术指南》的发布,我国近视防控已进入国家干预、政府主导、全民参与状态。角膜塑形术是目前近视防控常用手段,镜片逆几何形态的设计使配戴者过夜配戴后,中央角膜变平坦,旁中心角膜变陡峭形成离焦环,从而达到矫正近视的目的<sup>[1]</sup>。由于屈光度及角膜形态的差异,大部分配戴者形成的离焦环中心并不在瞳孔中心,而是存在一定的偏移。目前,离焦环偏心对眼轴影响的研究仅涉及偏心量,而未有偏心方向对眼轴影响的报道。

本研究旨在从偏心量和偏心方向两个维度探讨离焦环偏心对近视发展的影响。

### 1 资料与方法

#### 1.1 一般资料

选择 2019 年 3 月至 2020 年 1 月在绵阳市中心医院 242 例验配角膜塑形镜的近视患者的 426 眼为研究对象,其中男性 118 例(共 205 眼),女性 124 例(共 221 眼);戴镜前年龄 7 ~ 17 岁,平均  $(11.4 \pm 2.3)$  岁;球镜度  $-0.75 \sim -6.00$  D,平均  $(-3.25 \pm 1.48)$  D;眼轴长度 22.82 ~ 27.37 mm 平均  $(24.99 \pm$

0.87) mm。纳入标准:中低度近视(球镜度 $\leq -6.00$  D),散光 $\leq -1.5$  D;戴镜后无重影,裸眼视力 $\geq 1.0$ ;戴镜时间 $>1$ 年,从开始戴镜到数据收集期间内没有更换过镜片。排除标准:除屈光不正外双眼无其他疾病。

## 1.2 方法

1.2.1 角膜塑形镜参数 镜片为亨泰夜戴型角膜塑形镜,直径10.2~11.00 mm,内表面为逆几何形四弧设计。

1.2.2 离焦环偏心量及方向测量 使用TMS-4角膜地形图仪(日本多美公司)获取戴镜1年左右(12~13个月)成像质量最佳的角膜地形图。确定离焦环中心:(1)选择角膜地形图3D+切线图模式;(2)选择 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ 四个方向上从内向外首次出现颜色变黄的点作为离焦环的起点,分别记为 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $x_2$ 、 $y_2$ ;(3)在相同方向上,找出与 $x_1$ 、 $y_1$ 、 $x_2$ 、 $y_2$ 四点曲率大小相同的点 $x'_1$ 、 $y'_1$ 、 $x'_2$ 、 $y'_2$ ;(4)分别找出 $x_1$ 、 $x'_1$ 的中心 $\bar{x}_1$ 、 $y_1$ 、 $y'_1$ 的中心 $\bar{y}_1$ 、 $x_2$ 、 $x'_2$ 的中心 $\bar{x}_2$ 、 $y_2$ 、 $y'_2$ 的中心 $\bar{y}_2$ ;(5)找出 $\bar{x}_1$ 、 $\bar{x}_2$ 的中心 $x$ 和 $\bar{y}_1$ 、 $\bar{y}_2$ 的中心 $y$ ,离焦环中心点坐标为 $d(x,y)$ 。瞳孔中心到离焦环中心的距离就是离焦环偏心量,移动光标到 $d$ 的位置就可以在角膜地形图上读出偏心量和偏心方向。离焦环偏心程度参考Tsai等<sup>[2]</sup>的方法:偏心量 $\leq 0.5$  mm为轻度偏心,偏心量 $0.5\sim 1$  mm为中度偏心,偏心量 $\geq 1$  mm为重度偏心。见图1。

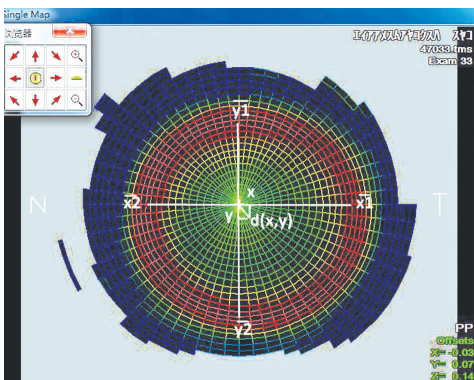


图1 离焦环偏心量及方向

1.2.3 眼轴及其变化量 采用IOL master500(德国Zeiss公司)进行眼轴测量。为确保时间变量相同,选择被检者戴镜后1年左右(12~13个月)与初次戴镜时眼轴长度差,除以戴镜天数得到平均变化量,并以此拟合1年时间眼轴增量。

## 1.3 统计学分析

采用R 4.0.2编程语言对数据进行分析与处理。计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,采用单因素方差分析或LSD- $t$ 检验;相关性采用Pearson分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同偏心组相关参数比较

不同偏心组戴镜1年后眼轴增长比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),且正位组及轻度偏心组眼轴增长大于中度偏心组及重度偏心组( $P < 0.05$ )。见表1。

表1 不同偏心组相关参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	年龄(岁)	屈光度(D)	眼轴长度(mm)	眼轴增长(mm)
正位组( $n=68$ )	11.87 $\pm$ 2.78	-3.30 $\pm$ 1.59	25.02 $\pm$ 0.91	0.20 $\pm$ 0.22*
轻度偏心组( $n=117$ )	11.18 $\pm$ 2.21	-3.21 $\pm$ 1.44	24.97 $\pm$ 0.84	0.21 $\pm$ 0.22*
中度偏心组( $n=164$ )	11.57 $\pm$ 2.24	-3.06 $\pm$ 1.47	24.97 $\pm$ 0.88	0.15 $\pm$ 0.20
重度偏心组( $n=77$ )	11.00 $\pm$ 2.10	-3.47 $\pm$ 1.40	25.10 $\pm$ 0.85	0.11 $\pm$ 0.19
F值	2.890	2.325	0.460	4.288
P值	0.057	0.099	0.631	0.005

\* $P < 0.05$ ,分别与中度和重度偏心组相比。

### 2.2 偏心量与眼轴增长的关系

戴镜1年后,近视患者平均眼轴增长( $0.16 \pm 0.20$ ) mm,偏心量( $0.71 \pm 0.42$ ) mm;相关性分析显示,离焦环总偏心量与眼轴增长呈负相关( $r = -0.16$ ,  $P = 0.002$ );对总偏心量与眼轴变化值作回归分析,线性方程为 $Y = 0.21 - 0.07X$  ( $F = 12.5$ ,  $P < 0.001$ ),随着离焦环偏心量增大,眼轴增长减小。根据戴镜前球镜度大小分为低度近视组( $-0.75 \sim -2.75$  D,  $n = 187$ )和中度近视组( $-3.00 \sim -6.00$  D,  $n = 171$ )。低度近视组戴镜1年后眼轴增长( $0.20 \pm 0.17$ ) mm,偏心量( $0.73 \pm 0.39$ ) mm,相关性分析显示,偏心量与眼轴增长呈负相关( $r = -0.15$ ,  $P = 0.039$ );中度近视组戴镜1年后眼轴增长( $0.11 \pm 0.19$ ) mm,偏心量( $0.68 \pm 0.44$ ) mm,相关性分析显示,偏心量与眼轴增长呈负相关( $r = -0.21$ ,  $P = 0.005$ );对低中度近视组偏心量与眼轴变化值作回归分析,线性方程分别为 $Y = 0.25 - 0.06X$  ( $F = 5.55$ ,  $P = 0.019$ ), $Y = 0.17 - 0.09X$  ( $F = 10.46$ ,  $P = 0.01$ ),随着离焦环偏心量增大,低度近视组和中度近视组眼轴增长均减小。见图2及图3。

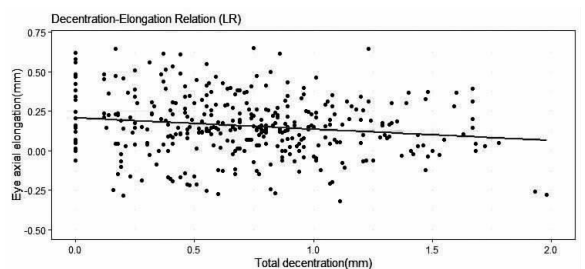


图2 戴镜1年后总偏心量与眼轴增长线性回归图

纵坐标为眼轴增量,横坐标为离焦环偏心量。

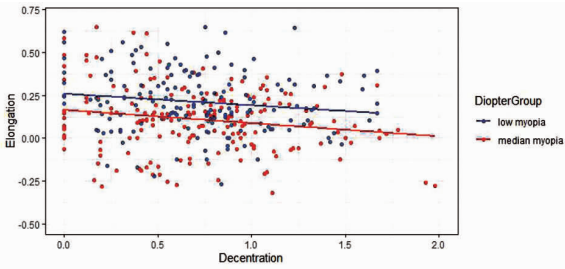


图 3 戴镜 1 年后低度和中度近视组偏心量与眼轴增长线性回归图

蓝色为低度近视组,红色为中度近视组;纵坐标为眼轴增量,横坐标为离焦环偏心量。

### 2.3 偏心方向与眼轴增长的关系

取离焦环偏心方向与 X 轴所成夹角的锐角,戴镜 1 年后近视患者平均水平夹角 ( $32.26 \pm 28.76$ )°,眼轴增长 ( $0.16 \pm 0.20$ ) mm,相关性分析显示,水平夹角与眼轴增长呈负相关 ( $r = -0.16, P = 0.002$ )。对偏移方向的水平夹角与眼轴增长作回归分析,线性方程为  $Y = 0.19 - 0.001X$  ( $F = 6.058, P = 0.031$ ),离焦环水平夹角越大,眼轴增长越小,即离焦环向垂直方向偏移近视控制效果更好。见图 4。

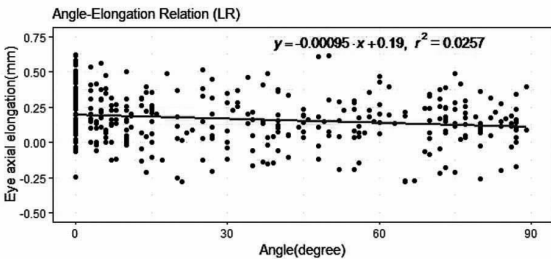


图 4 戴镜 1 年后离焦环水平夹角与眼轴增长线性回归图

纵坐标为眼轴增量,横坐标为离焦环偏心方向水平夹角。

## 3 讨论

角膜塑形镜过夜配戴后镜片发生偏心是一种常见现象,李晓柠等<sup>[3]</sup>报道,镜片偏心程度随时间延长而轻度增加,6 个月后趋于稳定。本研究分析戴镜 1 年左右角膜地形图,结果显示,镜片偏心以颞下方为主。镜片发生偏心后,治疗区偏离瞳孔中心,离焦环相对瞳孔中心的对称性也发生改变,虽然中央光学区角膜上皮变薄和中周区基质增厚相关联,但中周区厚度的变化并不均匀,导致治疗区中心和离焦环中心相对瞳孔中心的偏移并不完全相同。本研究选择离焦环偏心探讨偏心与近视发展的关系,离焦环与周边屈光度的变化相关,大量动物实验与临床实验证明改善周边远视离焦可以抑制近视发展<sup>[4]</sup>,相比治疗区的偏心,离焦环偏心与近视发展的关系更为密切。

本研究中不同偏心组眼轴增长存在差异,中度偏心组、重度偏心组眼轴增长相比正位组、轻度偏心组减小;偏心量与眼轴增长的相关分析中,总偏心量、不同屈光组偏心量均与眼轴增长呈负相关,镜片偏心后眼轴增长减缓。镜片偏心改变了反转弧与角膜的相对位置,相比正位,偏心后不同区域反转弧与角膜之间弧形腔隙形成的负压会有差异:负压小的区域吸纳角膜组织较少,角膜曲率增大多少;负压大的区域吸纳更多的角膜组织,角膜曲率增大更明显,从而造成了离焦环分布不均,角膜屈光力振幅增大。Zhong 等<sup>[5]</sup>研究发现,等效屈光度无差异的受试者,在配戴角膜塑形镜治疗后,沿特定轴向上角膜屈光力振幅较大的受试者眼轴增长较慢。镜片偏心导致的角膜屈光力振幅增大在抑制眼轴增长中起主要作用。

离焦环偏心方向也对眼轴增长产生影响。本研究显示,偏心方向的水平夹角与眼轴增量呈负相关,离焦弧向垂直方向偏移近视控制效果更好。当镜片偏向一侧时,对侧镜片反转弧区与角膜之间形成的弧形腔隙负压增大,形成更陡的离焦弧,增大了的周边屈光力。离焦环在不同方向上偏移的影响,除了产生不同的周边屈光力,也与视网膜自身形态有关。Verkicharla 等<sup>[6]</sup>使用双变量相关系数探讨了周边屈光度与周边眼轴之间的关系,水平方向比垂直方向周边相对屈光度更偏远视,并且周边相对眼轴长度更短。Mutti 等<sup>[7]</sup>报道随着视场角的增大,相对周边屈光度在水平子午线中变得更远视,而在垂直子午线中变得更近视,眼轴的变化与屈光度变化一致。周边视网膜的不对称性主要表现为垂直方向较水平方向平坦,视网膜平坦的区域眼轴较长,相对来说偏远视。配戴角膜塑形镜后周边屈光度发生改变,表现为 25°以外区域周边屈光度显著的近视性漂移,漂移量与中央屈光度变化密切相关,周边屈光度在水平和垂直方向上的变化一致。配戴角膜塑形镜后,同样的近视性漂移,垂直方向比水平方向周边屈光度偏远视,形成了更大的近视离焦,可能是眼轴增长减缓的原因。

周边屈光度对近视的影响目前还存在一些争议。有报道周边屈光度相对远视不能预测近视的发展,近视眼周边屈光度相对远视是近视发展的结果,而不是近视发展的原因。但也有报道周边屈光度的改变与近视的发展存在一定相关性, Kim 等<sup>[8]</sup>报道鼻侧 30°相对周边屈光度的变化与眼轴增量相关。Lee 等<sup>[9]</sup>在大样本多元回归分析中发现,眼轴增长速度与治疗后相对周边屈光度显著相关。本研究中,离焦环偏心量增大,周边屈光力振幅增大,部分

视网膜区域近视离焦量增大;不同偏心方向,沿着能形成更大近视离焦的方向偏移,眼轴增长更少。偏心量和偏心方向抑制眼轴增长的作用方式可能相同,都导致部分区域近视离焦量的增大。虽然周边屈光度初始状态并不影响近视的发展,但增大部分区域近视离焦量能抑制眼轴增长,这其中可能涉及阈值-剂量关系:当近视离焦量增大到一定程度,达到某个阈值,可能就会抑制中央眼轴的生长。但视网膜不同区域阈值是否相同,局部达到阈值后如何对整个视网膜产生影响还需要进一步研究。

镜片偏心一定程度上抑制了眼轴的增长,但同时会对视觉质量产生影响。林思思等<sup>[10]</sup>报道角膜塑形镜偏心会导致角膜高阶像差增加,但总高阶像差影响不大,主要是慧差增加。Hiraoka 等对角膜塑形镜高阶像差、对比敏感度、视觉质量等一系列问题进行了研究<sup>[11-12]</sup>,高阶像差增加、对比敏感度下降主要与镜片矫正度数有关,而光学治疗区偏心主要影响的是慧差。Stillitano 等<sup>[13]</sup>报道角膜塑形镜会引起早期对比敏感度下降,但后期会恢复到戴镜前水平。综合来看,中低度近视中角膜塑形镜偏心对视觉质量影响很小,几乎不影响近视矫正,并且对眼轴增长有一定抑制作用。

#### 参考文献

- [1] 谢培英. 促进我国现代角膜塑形术的健康发展[J]. 中华眼科杂志, 2007, 43(8): 676 - 679.
- [2] Tsai YY, Lin JM. Ablation centration after active eye-tracker-assisted photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis [J]. J Cataract Refract Surg, 2000, 26(1): 28 - 34.
- [3] 李晓柠, 王琳琳, 陈兆, 等. 光学治疗区偏心对角膜塑形镜配戴后角膜高阶像差及眼轴发育的影响[J]. 中华眼视光学与视觉

科学杂志, 2017, 19(9): 540 - 547.

- [4] Bowrey HE, Zeng G, Tse DY, et al. The effect of spectacle lenses containing peripheral defocus on refractive error and horizontal eye shape in the guinea pig [J]. Investigative ophthalmology & visual science, 2017, 58(5): 2705.
- [5] Zhong Y, Chen Z, Xue F, et al. Corneal power change is predictive of myopia progression in orthokeratology [J]. Optom Vis Sci, 2014, 91(4): 404 - 411.
- [6] Verkicharla PK, Suheimat M, Schmid KL, et al. Peripheral Refraction, Peripheral Eye Length, and Retinal Shape in Myopia [J]. Optom Vis Sci, 2016, 93(9): 1072 - 1078.
- [7] Mutti DO, Sinnott LT, Reuter KS, et al. Peripheral Refraction and Eye Lengths in Myopic Children in the Bifocal Lenses In Near-sighted Kids (BLINK) Study [J]. Transl Vis Sci Technol, 2019, 8(2): 17.
- [8] Kim J, Lim DH, Han SH, et al. Predictive factors associated with axial length growth and myopia progression in orthokeratology [J]. PLoS One, 2019, 14(6): e0218140.
- [9] Lee EJ, Lim DH, Chung TY, et al. Association of Axial Length Growth and Topographic Change in Orthokeratology [J]. Eye Contact Len, 2018, 44(5): 292 - 298.
- [10] 林思思, 陈镇国, 王建勇, 等. 角膜塑形术后光学治疗区大小及偏心对光学及视觉质量的影响[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2018, 20(9): 530 - 535.
- [11] Hiraoka T, Matsumoto Y, Okamoto F, et al. Corneal higher-order aberrations induced by overnight orthokeratology [J]. American Journal of Ophthalmology, 2005, 139(3): 429 - 436.
- [12] Hiraoka T, Okamoto F, Kaji Y, et al. Optical Quality of the Cornea After Overnight Orthokeratology [J]. Cornea, 2006, 25 (Suppl 1): S59 - S63.
- [13] Stillitano I, Schor P, Lipener C, et al. Long-term Follow-up of Orthokeratology Corneal Reshaping Using Wavefront Aberrometry and Contrast Sensitivity [J]. Eye Contact Lens, 2008, 34(3): 140 - 145.

(收稿日期: 2021 - 02 - 22

修回日期: 2021 - 04 - 01)