

引用格式:甘露,王季芳,赵武校. 角膜塑形镜偏位对近视眼视网膜周边离焦量的影响[J]. 眼科新进展,2024,44(4):287-290. doi:10.13389/j.cnki.rao.2024.0056

【应用研究】

# 角膜塑形镜偏位对近视眼视网膜周边离焦量的影响<sup>△</sup>

甘露 王季芳 赵武校

**作者简介:**甘露 (ORCID:0000-0001-6900-6740),女,硕士,副主任医师。国际角膜塑形协会资深会员,中国女医师协会视光学专业委员会常务委员。研究方向:近视防控。E-mail:94500404@qq.com

**作者简介:**王季芳 (ORCID:0000-0002-5908-833X),女,在读博士研究生,副教授,上海市“医苑新星”青年医学人才。研究方向:眼科数字化与人工智能。E-mail:wangxuan7907@163.com

**注:**甘露与王季芳为共同第一作者。  
**通信作者:**赵武校 (ORCID:0000-0002-1255-1737),男,博士,主任医师。中国健康促进与教育协会眼健康分会委员、中国医学装备协会眼科学分会委员、国际角膜塑形镜学会亚洲分会会员、广西预防医学会眼科疾病防治专业委员会常务委员。研究方向:眼视光学技术。E-mail:zhaowxl210@163.com

收稿日期:2023-06-22

修回日期:2023-09-10

本文编辑:盛丽娜

**△基金项目:**国家自然科学基金项目(编号:82360214);广西自然科学基金项目(编号:2023GXNSFAA026114)

**作者单位:**530021 广西壮族自治区南宁市,广西医学科学院,广西视光中心,广西壮族自治区人民医院视光科(甘露,赵武校);200031 上海市,复旦大学附属眼耳鼻喉科医院(王季芳)

**【摘要】 目的** 探讨角膜塑形镜(OK镜)偏位对近视眼视网膜周边离焦量的影响。**方法** 临床对照研究。选择性收集持续配戴OK镜 $\geq 1$ 个月的近视患者154例(234眼),根据角膜地形图离焦环位置将其分为正位组(118眼)和偏位组(116眼)。运用多光谱屈光地形图采集每位患者的视网膜周边离焦量数据,包括全视场角内的离焦值,15°、30°、45°视场角内的离焦值,上方、下方、颞侧、鼻侧眼底区域的离焦值等。采用独立样本 $t$ 检验比较两组患者间各指标的差异,多因素相关分析(广义估计方程)用于分析组内临床参数与视网膜周边离焦量的关系。**结果** 偏位组患者鼻侧视网膜周边离焦量显著低于正位组( $t=2.668, P=0.008$ ),其余参数间差异均无统计学意义(均为 $P>0.05$ )。广义估计方程显示,年龄是上方视网膜周边离焦量的影响因素,二者呈正相关;角膜陡 $K$ 是下方视网膜周边离焦量的影响因素,二者呈负相关;性别是颞侧视网膜周边离焦量的影响因素,女性OK镜配戴者所产生的颞侧视网膜周边离焦量更小;鼻侧视网膜周边离焦量的影响因素包含镜片是否偏位、眼别及患者年龄,其中鼻侧视网膜周边离焦量与年龄呈正相关,左眼鼻侧视网膜周边离焦量明显优于右眼。**结论** OK镜亚临床水平的偏位可能使近视患者获得较好的鼻侧视网膜周边离焦量;近视患者视网膜周边离焦量受OK镜配戴者年龄、性别、角膜陡 $K$ 、镜片偏位量及眼别等多因素影响。

**【关键词】** 近视;角膜塑形镜;偏位;周边离焦

**【中图分类号】** R778.2

现代逆几何设计的角膜塑形镜(OK镜)可使角膜中央变平、中周部变陡,在提供清晰黄斑中心凹视力的同时,可导致视网膜周边离焦的近视偏移<sup>[1]</sup>。而角膜塑形术引起的视网膜周边近视离焦被认为是OK镜配戴者近视进展减少的原因<sup>[2-3]</sup>。

良好的配适是确保OK镜安全配戴及维持清晰视力的关键所在。镜片偏位则可影响近视矫正效果,导致高阶像差增加以及对比敏感度降低,并且镜片偏位量是对比敏感度的唯一解释变量<sup>[4]</sup>。既往大量研究关注了OK镜定位情况与眼轴增长的关系,乃至对近视控制效果的影响<sup>[5-11]</sup>。其中多项研究数据支持亚临床水平的镜片偏位(偏位量 $\leq 1.5$  mm)可能更利于控制眼轴增长<sup>[7-11]</sup>,但具体机制尚不清楚。迄今为止,OK镜偏位对近视患者视网膜周边离焦的影响鲜见报道。本研究选择近视OK镜配戴者为研究对象,借助Zeiss角膜地形图评估了OK镜的定位情况,并采用多光谱屈光地形图(MRT)对患者视网膜离焦量进行测量和分析,现报告如下。

角膜地形图仪(ATLAS, Zeiss, 德国)采集每位角膜塑形镜配戴者的角膜地形图,根据患者的离焦环与系统软件模拟生成的正位参考环之间的相对位置关系分为两组:偏位组(镜片偏位量为0.5~1.5 mm,图1A)与正位组(镜片偏位量 $< 0.5$  mm,图1B)。研究过程遵循《赫尔辛基宣言》原则,并符合广西壮族自治区人民医院伦理委员会的规定(编号:伦理-KY-GZR-2023-062)。参加本研究前,所有患者及其监护人均知情同意。

## 1.2 纳入、剔除标准

纳入标准:(1)初始近视度数 $\leq -1.50$  D,OK镜持续配戴 $\geq 1$ 个月;(2)年龄 $\geq 8$ 岁;(3)裸眼视力 $\geq 0.8$ ;(4)裂隙灯显微镜检查屈光介质透明、角膜荧光

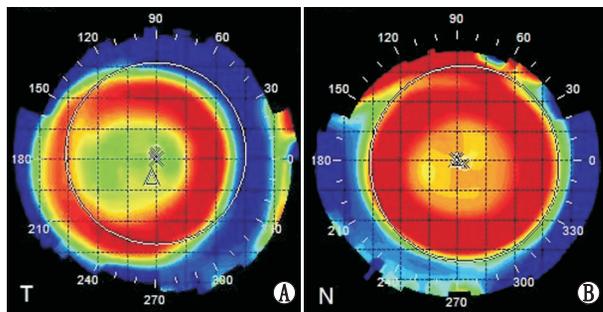
## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

临床对照研究。选择性纳入2023年3月至5月在广西视光中心就诊的OK镜配戴者154例,年龄8~17岁。近视诊断标准参照国际近视研究院的定义<sup>[12]</sup>。所有患者均接受了必要的专科检查,包括视力、眼压、眼轴、裂隙灯显微镜、散瞳验光、眼底检查、角膜地形图等。其中,患者验配OK镜的角膜地形图基线数据,如角膜曲率半径(平 $K$ 、陡 $K$ )、偏心系数、角膜散光等将用于统计分析。

患者配戴的OK镜品牌包括Lucid(韩国)、 $\alpha$ (日本)、Dreamlite(荷兰)。本研究采用对照设计,使用

素染色(-)。剔除标准:(1)OK 镜验配资料不完整;(2)暗瞳直径 < 5 mm;(3)伴有眼部活动性炎症,如过敏性结膜炎、睑板腺功能障碍等眼表疾病;(4)MRT 检测数据综合置信度 < 90%。

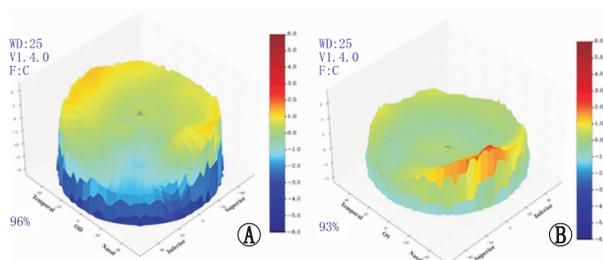


A: 偏位组; B: 正位组。

图1 两组角膜塑形镜配戴者的角膜地形图

### 1.3 视网膜离焦量检测

指定同一技师完成。暗室内,采用 MRT(Thondar,深圳盛达同泽科技有限公司)按先右后左的顺序依次进行单眼检测,嘱患者被测眼盯住绿色固视标,并保持睁眼状态以满足“接触镜模式”下多光谱眼底照相机的拍摄需求。每眼至少采集3次,选取清晰无反光、瞳孔对位正且图像综合置信度最高的一次视网膜离焦图像进行保存。随后提取被检眼的离焦状态数据,涉及离焦趋势图、立体图、相对区域均值图、离焦曲线图及统计图参数等数据(图2)。本研究将提取统计图中的全视场角内的总离焦值(记为TRDV),15°、30°、45°视场角内的离焦值(记为RDV-15、RDV-30、RDV-45),以及上方、下方、颞侧、鼻侧眼底区域的离焦值(记为RDV-S、RDV-I、RDV-T、RDV-N)等 MRT 参数用于统计分析。



A: 偏位组; B: 正位组。

图2 两组角膜塑形镜配戴者的离焦立体图

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS 23.0 统计学软件进行统计分析。本研究所得数据为计量资料,使用 Kolmogorov-Smirnov 检验数据的分布特征,满足正态分布者以“均值 ± 标准差”形式表示。偏位组与正位组之间的 MRT 参数均值比较采用 *t* 检验,视网膜周边离焦量的影响因素采用多因素相关分析(广义估计方程)。检验水准:  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 基线资料

本研究共纳入 154 例患者,其中,因单眼近视而对侧眼未配戴 OK 镜,或因 MRT 检测数据不满足质量要求等原因共剔除 74 眼,最终入选 154 例 234 眼。154 例(234 眼)患者中,正位组 80 例(118 眼),男 35 例、女 45 例,年龄为  $(11.5 \pm 2.1)$  岁;偏位组 74 例(116 眼),男 36 例、女 38 例,年龄为  $(11.6 \pm 2.0)$  岁。两组患者间的性别分布及年龄相比,差异均无统计学意义(均为  $P > 0.05$ )。两组患者间的屈光状态、OK 镜验配相关参数见表 1,除定位弧外,其余参数两组患者间相比,差异均无统计学意义(均为  $P > 0.05$ )。

表1 正位组和偏位组 OK 镜配戴者的基线资料比较

参数	正位组 (n = 118 眼)	偏位组 (n = 116 眼)	<i>t</i>	<i>P</i>
球镜度/D	-3.27 ± 1.15	-3.26 ± 1.23	-0.081	0.935
散光度/D	-0.72 ± 0.55	-0.84 ± 0.69	1.437	0.152
矫正视力(logMAR)	0.99 ± 0.03	1.00 ± 0.00	-1.408	0.160
角膜散光度/D	1.30 ± 0.60	1.32 ± 0.64	-0.255	0.799
偏心系数	0.60 ± 0.09	0.61 ± 0.10	-0.698	0.486
定位弧/D	43.05 ± 1.27	42.50 ± 1.41	3.089	0.002
降度/D	-3.72 ± 1.11	-3.74 ± 1.17	0.212	0.832
镜片直径/mm	10.81 ± 0.16	10.82 ± 0.19	-0.644	0.520

### 2.2 正位组与偏位组患者视网膜周边离焦量比较

对两组患者的 8 项 MRT 统计参数进行组间比较,结果显示,两组患者间 RDV-N 差异有统计学意义( $t = 2.668, P = 0.008$ ),表现为偏位组患者的 RDV-N 明显低于正位组患者。其余参数两组患者间相比,差异均无统计学意义(均为  $P > 0.05$ )(表 2)。

表2 正位组和偏位组 OK 镜配戴者的视网膜周边离焦量比较

参数	正位组 (n = 118 眼)	偏位组 (n = 116 眼)	<i>t</i>	<i>P</i>
TRDV/D	0.222 ± 0.469	0.178 ± 0.501	0.700	0.485
RDV-15/D	-0.038 ± 0.060	-0.034 ± 0.067	-0.483	0.629
RDV-30/D	-0.027 ± 0.153	-0.023 ± 0.193	-0.165	0.869
RDV-45/D	0.154 ± 0.356	0.130 ± 0.401	0.477	0.634
RDV-S/D	0.169 ± 0.620	0.100 ± 0.765	0.761	0.447
RDV-I/D	-0.085 ± 0.899	-0.046 ± 0.747	-0.362	0.718
RDV-T/D	0.198 ± 0.658	0.294 ± 0.781	-1.016	0.311
RDV-N/D	0.639 ± 0.747	0.367 ± 0.808	2.668	0.008

### 2.3 OK 镜配戴者视网膜周边离焦量的影响因素分析

分别取全视场角内的 TRDN、不同视场角以及不同眼底区域的离焦值为应变量,其余变量如患者人口学资料、屈光状态、眼轴长度、眼压、角膜地形图基线数据等临床参数为自变量,行视网膜周边离焦量

的影响因素分析。结果显示,年龄是 RDV-S 的影响因素,二者呈正相关;陡  $K$  是 RDV-I 的影响因素,二者呈负相关;被检者性别是 RDV-T 的影响因素,女性 OK 镜配戴者所产生的 RDV-T 更小,RDV-N 的影响因素包含镜片是否偏位、眼别及患者年龄,其中 RDV-N 与年龄呈正相关,左眼 RDV-N 明显优于右眼(表 3)。

表 3 视网膜周边离焦量的多因素相关分析(广义估计方程)

因变量	自变量/决定因素	回归系数 $B$	$P$
RDV-S	年龄	0.054	0.035
RDV-I	陡 $K$	-0.335	0.013
RDV-T	性别	0.252	0.018
RDV-N	组别	0.240	0.018
	眼别	-0.236	0.019
	年龄	0.078	0.006

### 3 讨论

OK 镜是青少年儿童近视防控的主要手段。OK 镜产生的角膜形态变化及其在视网膜上形成的相对周边近视性离焦被认为是其控制近视进展的主要机制之一<sup>[13]</sup>。临床上,镜片偏位具有较高的发生率。本研究首次对发生亚临床水平偏位的 OK 镜配戴者视网膜周边离焦量进行检测,为探索 OK 镜控制近视进展的机制提供临床线索。

本研究的 MRT 测量值组间比较结果显示,正位组患者的 RDV-N 值为(0.639 ± 0.747)D,显著高于偏位组患者的(0.367 ± 0.808)D,即镜片正位者的鼻侧眼底区域离焦量距离该区域的视网膜相对较远,而偏位者则是更靠近视网膜。这提示偏位者的这一视网膜周边离焦状态可能产生更好的近视控制效应。既往有研究推测,来自视网膜不同径线的视觉信号在影响中心凹屈光度变化方面可能有不同的效果<sup>[14-15]</sup>,但至今仍缺乏高质量的研究证据。Guo 等<sup>[16]</sup>通过对近视快速进展(眼轴年增长 > 0.27 mm,  $n = 38$ )与缓慢进展(眼轴年增长 < 0.09 mm,  $n = 31$ )的两组配戴 OK 镜儿童进行角膜地形图与周边屈光度分析,认为镜片偏位量、治疗区大小和周边屈光度变化率可能共同影响 OK 镜的近视控制效果。

需要指出的是,本研究选取的观察对象为亚临床水平的镜片偏位者,定义为角膜地形图上的离焦环偏移量不超过 1.5 mm,患者白天裸眼视力不低于 0.8,无明显视觉主诉,不需要做换片处理。采用相似的分组标准,近期 Chen 等<sup>[11]</sup>的纵向研究发现,偏位组患者(OK 镜片偏移量为 0.5 ~ 1.5 mm)眼轴增长明显低于正位组患者(OK 镜片偏移量 < 0.5 mm),认为偏位造成角膜地形图上的正向屈光力区域可能为视网膜上的近视性离焦创造了条件,使眼轴控制效果更好。

本研究使用广义估计方程进行多影响因素分

析,结果发现,上方、下方、鼻侧、颞侧眼底区域的离焦量受多种因素影响。例如,年龄越大,视网膜上方及鼻侧远视性离焦可能越大;女性 OK 配戴者所产生的颞侧远视性离焦量更小,其焦点更靠近视网膜。OK 镜配戴者的初始年龄对近视进展的影响已有多项研究证实<sup>[17-18]</sup>。而性别在 OK 镜控制近视进展中的差异已被多层次模型(multi-level model)所揭示,即相对于男童,女童可能获得更好的近视控制效果<sup>[17]</sup>。性别差异对 OK 镜离焦效应的影响,推测可能是由于男女生青春期的生理年龄差异所致。本研究则是在视网膜周边离焦的维度上提供了新证据。本研究发现,角膜陡  $K$  越大者,其视网膜下方近视性离焦量越大。这可能是 OK 镜片多发生下方偏位致离焦环略偏下带来的光学效应。

此外,本研究发现,左眼 RDV-N 优于右眼 RDV-N,且亚临床水平的偏位可能产生更大的近视性离焦量。RDV-N 在双眼间的差异,考虑可能与 OK 镜镜片的设计生成或者配戴者双眼间的局部形态差异有关,具体原因有待进一步研究。临床采用 WAM-5500 Open-field 验光仪检测近视眼发现,鼻-颞侧周边屈光度呈非对称性,鼻侧的相对周边屈光度高于颞侧,而角膜塑形术后鼻侧相对周边屈光度低于颞侧<sup>[19]</sup>。同时,鼻侧 8 mm 处角膜地形图形态可直接影响镜片偏位量,且偏位量与眼轴增长显著相关<sup>[10]</sup>。考虑到视网膜周边近视性离焦是 OK 镜控制近视进展的主要机制,本研究结果可能为后续纵向研究奠定了基础。

### 4 结论

本研究对 OK 镜配戴者进行了 MRT 检测,发现亚临床水平偏位可能获得较好的鼻侧视网膜周边离焦量,而视网膜周边离焦量受 OK 镜配戴者年龄、性别、角膜陡  $K$ 、镜片偏位量及眼别等多因素影响。

### 参考文献

- [1] NTI A N, BERNTSEN D A. Optical changes and visual performance with orthokeratology [J]. *Clin Exp Optom*, 2020, 103(1):44-54.
- [2] WAN K, YAU H T, CHEUNG S W, CHO P. Corneal thickness changes in myopic children during and after short-term orthokeratology lens wear [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2021, 41(4):757-767.
- [3] SÁNCHEZ-GARCÍA A, ARIZA M A, BÜCHLER P, MOLINA-MARTIN A, PIÑERO D P. Structural changes associated to orthokeratology: a systematic review [J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021, 44(4):101371.
- [4] HIRAOKA T, MIHASHI T, OKAMOTO C, OKAMOTO F, HIROHARA Y, OSHIKA T. Influence of induced decentered orthokeratology lens on ocular higher-order wavefront aberrations and contrast sensitivity function [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35(11):1918-1926.
- [5] CHEN R, CHEN Y, LIPSON M, KANG P, LIAN H, ZHAO Y, et al. The effect of treatment zone decentration on myopic progression during orthokeratology [J]. *Curr Eye Res*, 2020, 45(5):645-651.
- [6] SUN L, LI Z X, CHEN Y, HE Z Q, SONG H X. The effect of orthokeratology treatment zone decentration on myopia pro-

- gression [J]. *BMC Ophthalmol*, 2022, 22(1):76.
- [7] WANG A, YANG C. Influence of overnight orthokeratology lens treatment zone decentration on myopia progression [J]. *J Ophthalmol*, 2019, 2019:2596953.
- [8] CHU M, ZHAO Y, HU P, CHEN D, YU Y, NI H. Is orthokeratology treatment zone decentration effective and safe in controlling myopic progression? [J]. *Eye Contact Lens*, 2023, 49(4):147-151.
- [9] ZHANG S, ZHANG H, LI L, YANG X, LI S, LI X. Effect of treatment zone decentration on axial length growth after orthokeratology [J]. *Front Neurosci*, 2022, 16:986364.
- [10] DING W, LU W, JI R, TIAN Y, HUANG S, ZHAO C, et al. Effects of orthokeratology lens decentration induced by paracentral corneal asymmetry on axial length elongation [J]. *Eye Contact Lens*, 2023, 49(5):181-187.
- [11] CHEN M, LIU X, XIE Z, WANG P, ZHENG M, MAO X. The effect of corneal refractive power area changes on myopia progression during orthokeratology [J]. *J Ophthalmol*, 2022, 2022:5530162.
- [12] SANKARIDURG P, TAHHAN N, KANDEL H, NADUVILATH T, ZOU H, FRICK K D, et al. IMI impact of myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(5):2.
- [13] LIPSON M J. The role of orthokeratology in myopia management [J]. *Eye Contact Lens*, 2022, 48(5):189-193.
- [14] SCHMID G F. Association between retinal steepness and central myopic shift in children [J]. *Optom Vis Sci*, 2011, 88(6):684-690.
- [15] CHEUNG S W, CHO P, FAN D. Asymmetrical increase in axial length in the two eyes of a monocular orthokeratology patient [J]. *Optom Vis Sci*, 2004, 81(9):653-656.
- [16] GUO B, WU H, CHEUNG S W, CHO P. Manual and software-based measurements of treatment zone parameters and characteristics in children with slow and fast axial elongation in orthokeratology [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42(4):773-785.
- [17] CHEN X, XIONG Y, LIU F, WANG J, YANG B, LIU L. Factors determining the myopia control effect of an orthokeratology lens: a two-year multi-level model [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42(4):786-796.
- [18] LEE E J, LIM D H, CHUNG T Y, HYUN J, HAN J. Association of axial length growth and topographic change in orthokeratology [J]. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(5):292-298.
- [19] CHEN X, XIONG Y, QI X, LIU L. Nasal-temporal asymmetric changes in retinal peripheral refractive error in myopic adolescents induced by overnight orthokeratology lenses [J]. *Front Neurol*, 2023, 13:1006112.

## Influence of orthokeratology lens decentration on periretinal defocus in myopic eyes

GAN Lu<sup>1</sup>, WANG Jifang<sup>2</sup>, ZHAO Wuxiao<sup>1</sup>

1. Center for Optometry and Visual Science, Guangxi Academy of Medical Sciences, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

2. Eye Institute and Department of Ophthalmology, Eye and ENT Hospital, Fudan University, Shanghai 200031, China

**Corresponding author:** ZHAO Wuxiao, E-mail: zhaowx1210@163.com

**[Abstract] Objective** To investigate the effect of orthokeratology (OK) lens decentration on peripheral retinal defocus in myopic eyes. **Methods** Totally 154 patients (234 eyes) continuously wearing OK lenses for one month or more were recruited in this study. According to the location of defocus rings in corneal topography, these eyes were divided into the centration group (118 eyes) and the decentration group (116 eyes). Peripheral retinal defocus data of each patient was collected by multispectral refraction topography, including total refraction difference value (TRDV), refraction difference value at 15° (RDV-15), refraction difference value at 30° (RDV-30), refraction difference value at 45° (RDV-45), superior refraction difference value (RDV-S), inferior refraction difference value (RDV-I), temporal refraction difference value (RDV-T) and nasal refraction difference value (RDV-N). An independent sample *t*-test was used to compare the differences in these parameters between the two groups, and multivariate correlation analysis (generalized estimating equation, GEE) was conducted to analyze the relationship between clinical parameters and the amount of peripheral retinal defocus within the group. **Results** The RDV-N of patients in the decentration group was significantly lower than that in the centration group ( $t = 2.668$ ,  $P = 0.008$ ), and there were no significant differences in other parameters (all  $P > 0.05$ ). GEE showed that age was the determinant of RDV-S, and they were positively correlated; steep *K* was the determinant of RDV-I, and they were negatively correlated; gender was the determinant of RDV-T, and female OK lens wearers showed less RDV-T; the determinants of RDV-N include the alignment of OK lens, eye distribution and age, among which, RDV-N was positively corrected with age, and RDV-N of the left eyes was significantly superior to that of the right eyes. **Conclusion**

Subclinical decentration of the OK lens may result in better RDV-N of myopia patients. The peripheral retinal defocus is influenced by factors such as age, gender, steep *K*, amount of decentration and eye distribution of OK lens wearers.

**[Key words]** myopia; orthokeratology lens; decentration; peripheral defocus