

# 球面与环曲面角膜塑形镜对青少年中低度近视伴散光的控制效果比较

蒲澎英<sup>1</sup>, 杨吟<sup>1</sup>, 张欢<sup>1</sup>, 刘欢<sup>2</sup>, 邓康钦<sup>2</sup>, 杜念<sup>1</sup>

引用:蒲澎英,杨吟,张欢,等. 球面与环曲面角膜塑形镜对青少年中低度近视伴散光的控制效果比较. 国际眼科杂志, 2025, 25(2):315-318.

基金项目:四川省科技厅项目(No.2023YFS0312)

作者单位:<sup>1</sup>(610072)中国四川省成都市,四川省医学科学院·四川省人民医院眼科;<sup>2</sup>(610074)中国四川省成都市,成都渥迪医疗科技有限公司

作者简介:蒲澎英,本科,眼视光技术中级技师,研究方向:青少年近视防控。

通讯作者:杜念,本科,眼视光技术中级技师,研究方向:青少年近视防控. 763556361@qq.com

收稿日期:2024-06-22 修回日期:2024-12-23

## 摘要

**目的:**比较球面与环曲面角膜塑形镜对青少年中低度近视伴散光(-1.00--1.50 DC)的控制效果。

**方法:**回顾性分析2021-06/2022-01于四川省人民医院眼科就诊并验配角膜塑形镜中低度青少年近视伴散光(-1.00--1.50 DC)患者119例119眼的临床资料,根据配戴的角膜塑形镜类型分为球面组65例65眼和环曲面组54例54眼。记录患者戴镜前后裸眼视力(UCVA)、眼轴及角膜散光变化情况,评估治疗效果。

**结果:**戴镜1、2 a后球面组和环曲面组各组UCVA均较戴镜前有改善(均 $P<0.01$ ),角膜散光有降低,但无显著差异(均 $P>0.05$ ),眼轴均较戴镜前增长( $P<0.01$ )。戴镜前后球面组与环曲面组UCVA、角膜散光比较无差异( $F_{\text{组间}}=0.829, P_{\text{组间}}=0.364; F_{\text{组间}}=0.997, P_{\text{组间}}=0.320$ )。球面组与环曲面组眼轴增长量比较,戴镜1 a后( $0.18\pm 0.11$  mm vs  $0.17\pm 0.14$  mm)、戴镜2 a后( $0.17\pm 0.10$  mm vs  $0.16\pm 0.10$  mm)均无显著差异(均 $P>0.05$ )。

**结论:**中低度近视伴散光(-1.00--1.50 DC)的青少年配戴球面和环曲面角膜塑形镜均可改善UCVA,降低角膜散光,延缓眼轴增长,球面与环曲面设计的角膜塑形镜对近视的控制效果无显著差异。

**关键词:**角膜塑形镜;球面;环曲面;近视;眼轴;散光

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.2.26

## Comparison of the control effect of spherical and toric orthokeratology on low-to-moderate myopia with astigmatism in adolescents

Pu Pengying<sup>1</sup>, Yang Yin<sup>1</sup>, Zhang Huan<sup>1</sup>, Liu Huan<sup>2</sup>, Deng Kangqin<sup>2</sup>, Du Nian<sup>1</sup>

**Foundation item:** Project of Science and Technology Department of Sichuan Province (No.2023YFS0312)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Sichuan Academy of Medical Sciences; Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, Sichuan Province, China; <sup>2</sup>Chengdu Wodi Medical Technology Co., Ltd., Chengdu 610074, Sichuan Province, China

**Correspondence to:** Du Nian. Department of Ophthalmology, Sichuan Academy of Medical Sciences; Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, Sichuan Province, China. 763556361@qq.com

Received:2024-06-22 Accepted:2024-12-23

## Abstract

• **AIM:** To compare the control effect of spherical and toric orthokeratology on low-to-moderate myopia with astigmatism (-1.00--1.50 DC) in adolescents.

• **METHODS:** The clinical data of 119 cases (119 eyes) of low-to-moderate myopia with astigmatism (-1.00--1.50 DC) adolescents who were treated and fitted with orthokeratology in the ophthalmology department of Sichuan Provincial People's Hospital from June 2021 to January 2022 were retrospectively analyzed. They were divided into spherical group, with 65 cases (65 eyes), and toric group, with 54 cases (54 eyes) according to the type of orthokeratology. The changes of uncorrected visual acuity (UCVA), axial length and corneal astigmatism before and after wearing lenses were recorded to evaluate the therapeutic effect.

• **RESULTS:** The UCVA of both the groups significantly improved at 1 and 2 a after wearing lenses (all  $P<0.01$ ); corneal astigmatism decreased, but there was no significant difference (all  $P>0.05$ ); the axial length was longer than that before wearing lenses ( $P<0.01$ ). There were no statistical significant differences in the UCVA and corneal astigmatism between the spherical group and the toric group ( $F_{\text{intergroup}}=0.829, P_{\text{intergroup}}=0.364; F_{\text{intergroup}}=0.997, P_{\text{intergroup}}=0.320$ ); and there were no statistical significant differences in the axial length growth between

the spherical group and the toric group after wearing lenses for 1 a ( $0.18\pm 0.11$  mm vs  $0.17\pm 0.14$  mm), and 2 a ( $0.17\pm 0.10$  mm vs  $0.16\pm 0.10$  mm; all  $P>0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Both orthokeratology lenses can improve the UCVA, reduce corneal astigmatism, and delay axial length growth of adolescents with low-to-moderate myopia with astigmatism ( $-1.00$ – $-1.50$  DC), and there are no significant differences in the control effect of spherical design orthokeratology and the toric design orthokeratology on myopia.

• **KEYWORDS:** orthokeratology lens; spherical; toric; myopia; axial length; astigmatism

**Citation:** Pu PY, Yang Y, Zhang H, et al. Comparison of the control effect of spherical and toric orthokeratology on low to moderate myopia with astigmatism in adolescents. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025,25(2):315–318.

## 0 引言

儿童青少年近视和散光已成为我国重要的公共卫生问题,若无有效的近视干预措施,未来 10 a 我国近视眼患病率将持续上升,预计 2030 年我国儿童青少年近视率将达到 61.8%,其防控刻不容缓<sup>[1]</sup>。角膜塑形镜是采用逆几何设计为主要特征的硬性角膜接触镜,通过配戴,使角膜中央区域的弧度在一定范围内变平,从而暂时性降低一定量的近视度数的临床矫正方法<sup>[2-5]</sup>。中国学龄前儿童散光患病率较高<sup>[6]</sup>。散光的存在,特别是随着散光的增加,似乎使儿童容易患上进行性近视<sup>[7]</sup>。由于角膜散光的存在常常不能达到完美配适,会造成镜片出现偏心问题,影响患者裸眼视力及视觉质量,研究表明使用环曲面设计镜片可有效改善中高度角膜散光眼的配适<sup>[8-9]</sup>。鉴于目前鲜有比较球面和环曲面设计角膜塑形镜对中低度近视伴低度散光患者近视控制效果的研究,本研究选取角膜散光( $-1.00$ – $-1.50$  DC)的近视患者配戴不同设计的角膜塑形镜,对比分析不同设计的角膜塑形镜对青少年近视伴有轻中度散光的控制效果,为日后临床工作提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 采用非随机对照临床研究方法,选取 2021-06/2022-01 于四川省人民医院眼科就诊的中低度青少年近视伴散光( $-1.00$ – $-1.50$  DC)患者 119 例 119 眼,其中男 57 例 57 眼,女 62 例 62 眼,根据配戴的角膜塑形镜类型分为球面组 65 例 65 眼和环曲面组 54 例 54 眼,均选取患者右眼(主视眼)数据纳入统计。纳入标准:(1)年龄 8–14

( $9.44\pm 1.66$ ) 岁;(2)眼压 10–21 mmHg;(3)球镜范围: $-0.75$ – $-6.00$  D,柱镜范围: $-1.00$ – $-1.50$  D;(4)配戴角膜塑形镜前最佳矫正视力(LogMAR)  $\leq 0.1$ ;(5)均为首次配戴角膜塑形镜;(6)均完成术后随访 2 a 且每天能配戴 8 h 以上,可规范护理操作镜片,随访时眼部健康状态无角膜并发症者。排除标准:(1)使用过离焦设计镜片、阿托品药物干预等其他近视防控手段;(2)既往有眼部受伤史、手术史或其他眼部疾病者;(3)有精神或认知异常者。本研究试验流程符合《赫尔辛基宣言》,经医院伦理委员会同意,参与者及其监护人已签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 镜片验配** 患者按照角膜塑形镜验配标准,由专业眼科医师及视光师进行镜片配适评估,并根据评估结果选择合适试戴片;再进行镜片评估,确定镜片参数,制定合适的角膜塑形镜。所有患者每晚持续配戴 8–10 h。嘱患者及家属若有眼部不适及时就诊。

**1.2.2 角膜塑形镜** 材料为 Boston XO, 透氧系数为  $100\times 10^{-11}$   $\text{mO}^2/(\text{mL}\cdot\text{mmHg})$ , 镜片总直径为 10.2–10.8 mm, 中心光学区直径为 6 mm, 中心厚度为 0.23 mm, 分为球面和环曲面设计两种。

**1.2.3 观察指标** 所有患者戴镜次日,第 1 wk, 3, 6, 9 mo, 1, 2 a 复查,记录戴镜前后视力、角膜散光、眼轴变化情况以评估治疗效果,同时还需对患者眼部健康状态进行检查,以保证患者眼部能健康的持续戴镜。

**1.2.3.1 眼轴长度** 采用 IOL Master 700 光学生物测量仪进行测量。

**1.2.3.2 角膜散光** 采用眼前节分析系统 pentacam 进行测量。

**1.2.3.3 视力** 采用亮度 80–320  $\text{cd}/\text{m}^2$  灯箱视力表 5 m 距离测量,采用最小分辨角的对数(LogMAR)记录视力。

**统计学分析:**采用 SPSS 27 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间各项数据比较采用独立样本  $t$  检验,对各组患者戴镜前后数据比较采用重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用 LSD- $t$  检验。计数资料采用频数表示,组间比较采用卡方检验。相关性分析采用 Pearson 相关性分析方法分析。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 基础资料** 球面组和环曲面组患者性别、年龄、等效球镜度(SE)、裸眼视力(UCVA)、眼轴长度、角膜散光比较,差异无统计学意义(均  $P>0.05$ ),见表 1。

表 1 球面组与环曲面组基线资料对比

分组	例数	男/女(例)	$\bar{x}\pm s$				
			年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	SE ( $\bar{x}\pm s$ , D)	眼轴长度 ( $\bar{x}\pm s$ , mm)	UCVA ( $\bar{x}\pm s$ , LogMAR)	角膜散光 ( $\bar{x}\pm s$ , D)
球面组	65	34/32	9.35 $\pm$ 1.80	-2.82 $\pm$ 0.86	24.66 $\pm$ 0.83	0.47 $\pm$ 0.18	-1.32 $\pm$ 0.15
环曲面组	54	24/31	9.54 $\pm$ 1.34	-3.08 $\pm$ 1.17	24.77 $\pm$ 0.95	0.46 $\pm$ 0.18	-1.34 $\pm$ 0.21
$t/\chi^2$		0.596	-0.61	1.33	-0.68	-0.23	0.49
$P$		0.553	0.54	0.19	0.51	0.82	0.62

**2.2 戴镜效果对比** 两组患者戴镜前后比较 UCVA 时间差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 425.573, P_{\text{时间}} < 0.01$ ), 组间、交互差异无统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 0.829, P_{\text{组间}} = 0.364; F_{\text{交互}} = 0.793, P_{\text{交互}} = 0.455$ ), 戴镜 1、2 a 后, 两组患者 UCVA 均较戴镜前提高, 差异有统计学意义 (球面组:  $t_{1a} = -10.028, t_{2a} = -12.478$ , 均  $P < 0.01$ ; 环曲面组:  $t_{1a} = -6.353, t_{2a} = -10.154$ , 均  $P < 0.01$ )。两组患者戴镜前后比较眼轴长度时间差异有统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 152.626, P_{\text{时间}} < 0.01$ ), 组间、交互差异无统计学意义 ( $F_{\text{组间}} = 0.383, P_{\text{组间}} = 0.537; F_{\text{交互}} = 0.806, P_{\text{交互}} = 0.449$ ), 戴镜 1、2 a 后, 两组患者眼轴长度均较戴镜前增长, 差异有统计学意义 (球面组:  $t_{1a} = 20.491, t_{2a} = 21.242$ , 均  $P < 0.01$ ; 环曲面组:  $t_{1a} = 19.706, t_{2a} = 20.033$ , 均  $P < 0.01$ )。两组患者戴镜前后比较角膜散光时间、组间、交互差异均无统计学意义 ( $F_{\text{时间}} = 1.472, P_{\text{时间}} = 0.234; F_{\text{组间}} = 0.997, P_{\text{组间}} = 0.320; F_{\text{交互}} = 1.197, P_{\text{交互}} = 0.306$ ), 见表 2。

戴镜 1 a 后, 球面组眼轴长度增长量  $0.18 \pm 0.11$  mm, 环曲面组眼轴增长量  $0.17 \pm 0.14$  mm, 戴镜 2 a 后, 球面组增长量  $0.17 \pm 0.10$  mm, 环曲面组眼轴增长量  $0.16 \pm 0.10$  mm, 两组间戴镜 1、2 a 眼轴增长量比较差异无统计学意义 ( $t = 0.18, 0.13, P = 0.86, 0.90$ )。

表 2 戴镜前后视力、眼轴、散光情况比较  $\bar{x} \pm s$

分组	眼数	UCVA (LogMAR)		
		戴镜前	戴镜 1 a	戴镜 2 a
球面组	65	0.47±0.18	0.03±0.06	0.01±0.02
环曲面组	54	0.46±0.18	0.05±0.10	0.02±0.04
分组	眼数	眼轴长度 (mm)		
		戴镜前	戴镜 1 a	戴镜 2 a
球面组	65	24.66±0.83	24.82±0.83	24.97±0.83
环曲面组	54	24.77±0.95	24.93±0.99	25.06±0.98
分组	眼数	角膜散光 (D)		
		戴镜前	戴镜 1 a	戴镜 2 a
球面组	65	-1.32±0.15	-1.20±0.66	-1.20±0.77
环曲面组	54	-1.34±0.21	-1.32±0.53	-1.21±0.82

**2.3 相关性分析** 球面组与环曲面组戴镜前 SE 与眼轴增长量均呈正相关 (球面组:  $r_{1a} = 0.0407, r_{2a} = 0.0298$ , 均  $P < 0.01$ ; 环曲面组:  $r_{1a} = 0.0856, r_{2a} = 0.0607$ , 均  $P < 0.01$ ), 年龄与眼轴增长量呈负相关 (球面组:  $r_{1a} = -0.0154, r_{2a} = -0.0247$ , 均  $P < 0.05$ ; 环曲面组:  $r_{1a} = -0.0243, r_{2a} = -0.0245$ , 均  $P < 0.05$ ), 见图 1。

### 3 讨论

近几十年来, 近视患病率迅速增加。据预测到 2050 年, 世界上近一半的人口将患有近视<sup>[10]</sup>。大量研究发现<sup>[11-13]</sup> 眼轴增长会受环境因素的影响, 如调节因素、周边离焦因素、像差因素等。角膜塑形镜是基于视网膜周边离焦学说的一种逆几何设计的透氧性高的角膜接触镜, 配戴后可以引起角膜可逆性的物理形变, 以达到减缓近视发展的目的<sup>[14-15]</sup>。Chen 等<sup>[16]</sup> 研究认为环曲面设计的角膜塑形在散光度为  $-1.50 \sim -3.50$  DC 青少年近视治疗中可明显降低患者的近视及散光度数。韦丽娇等<sup>[17]</sup> 研究认为环曲面设计的角膜塑形镜对于角膜表面水平与垂直高度差较大的近视患者, 在降低治疗区散光的能力及镜片稳定性方面更显著。而球面与环曲面设计对散光度数为  $-1.00 \sim -1.50$  DC 中低度散光近视患者的近视控制效果尚不明确。

本研究观察了长期配戴球面与环曲面设计对青少年中低度近视伴散光 ( $-1.00 \sim -1.50$  DC) 的 UCVA、角膜散光、眼轴增长情况发现, 戴镜 2 a 后, 球面组与环曲面组患者的裸眼视力均较戴镜前有所改善, 球面组患者眼轴增长量  $0.18 \pm 0.11$  mm (戴镜 1 a)、 $0.17 \pm 0.10$  mm (戴镜 2 a), 环曲面组患者眼轴增长量  $0.17 \pm 0.14$  mm (戴镜 1 a)、 $0.16 \pm 0.10$  mm (戴镜 2 a), 两组眼轴增长量相近。本研究眼轴增长量略低于 Li 等<sup>[18]</sup> 发现的 8-16 岁近视儿童眼轴增长量为  $0.204$  mm, 《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识 (2023)》<sup>[19]</sup> 总结 6-12 岁未近视儿童眼轴增长量为  $0.18$  mm, 可能与其中十几例患者眼轴出现缩短有关, 分析可能与戴镜后角膜变薄<sup>[20]</sup>、黄斑区脉络膜毛细血管密度增加, 中心凹下脉络膜厚度增加有关<sup>[21]</sup>。因此本研究认为球面与环曲面设计的角膜塑形镜在青少年中低度近视防控上均有良好的效果。

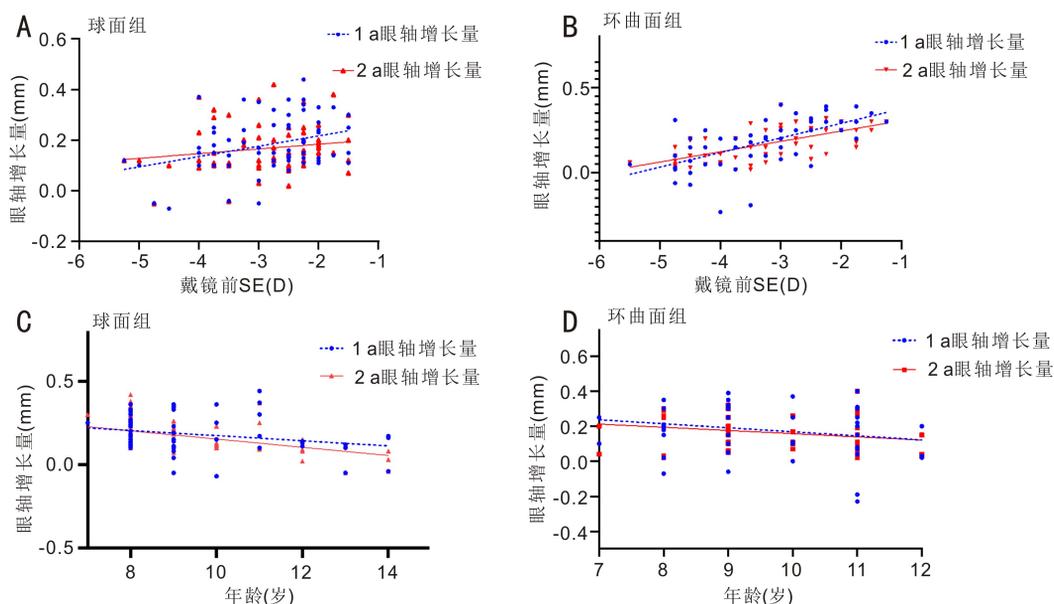


图 1 球面组与环曲面组相关性分析 A: 球面组戴镜前 SE 与眼轴增长量; B: 环曲面组戴镜前 SE 与眼轴增长量; C: 球面组年龄与眼轴增长量; D: 环曲面组年龄与眼轴增长量。

本研究纳入角膜散光-1.00--1.50 DC 观察发现配戴环曲面与球面角膜塑形镜后角膜散光有降低,但差异无统计学意义,与谢培英等<sup>[14]</sup>、杜显丽等<sup>[22]</sup>研究一致。本研究对 SE 与眼轴增长量进行了相关性分析,结果显示球面组与环曲面组近视度数越高,眼轴增长越缓,分析可能近视度数高的患者经过塑形后,周边视网膜可以获得更大的近视性离焦,眼轴控制效果更好,这与 Zhang 等<sup>[23]</sup>、郑杰等<sup>[24]</sup>研究结果相似;也可能是配戴角膜塑形镜后增加了球差和彗差,从而延缓了眼轴的增长,控制了近视的发展<sup>[25]</sup>。

综上所述,配戴球面和环曲面角膜塑形镜相比较,两组均可改善中低度近视伴散光(-1.00--1.50 DC)青少年的 UCVA,降低角膜散光,延缓眼轴增长;球面和环曲面角膜塑形镜对近视控制的效果无显著差异。但本研究仍存在一些局限性,样本量偏小可能会存在统计误差,观察周期较短以及未测量戴镜后的镜片偏心量等,未来需要更多的病例数据以及更长时间的随访资料来进一步研究。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 蒲澎英论文选题与修改,初稿撰写,文献检索,数据分析;杜念选题指导,论文修改及审阅。杨吟、张欢、刘欢、邓康钦参与收集数据与整理数据。所有作者阅读并同意最终的文本。

#### 参考文献

[1] 陈军,何鲜桂,王菁菁,等. 2021至2030年我国6~18岁学生近视眼患病率预测分析. 中华眼科杂志, 2021,57(4):261-267.  
[2] 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 硬性透气性接触镜临床验配专家共识(2012年). 中华眼科杂志, 2012,5:467-469.  
[3] Swarbrick HA, Alharbi A, Watt K, et al. Myopia control during orthokeratology lens wear in children using a novel study design. *Ophthalmology*, 2015,122(3):620-630.  
[4] Li F, Jiang ZX, Hao P, et al. A meta-analysis of central corneal thickness changes with overnight orthokeratology. *Eye Contact Lens*, 2016,42(2):141-146.  
[5] Lipson MJ, Koffler BH. The history and impact of prescribing orthokeratology for slowing myopia progression. *Eye Contact Lens*, 2024.  
[6] Yang Z, Lu Z, Shen Y, et al. Prevalence of and factors associated with astigmatism in preschool children in Wuxi City, China. *BMC Ophthalmol*, 2022,22(1):146.  
[7] Fan DS, Rao SK, Cheung EY, et al. Astigmatism in Chinese preschool children: prevalence, change, and effect on refractive development. *Br J Ophthalmol*, 2004,88(7):938-941.  
[8] 杨丽娜,周建兰,谢培英. Toric 设计角膜塑形镜与视觉质量. 中

华眼视光学与视觉科学杂志, 2013,15(2):79-83.

[9] Tomiyama ES, Logan AK, Richdale K. Corneal elevation, power, and astigmatism to assess toric orthokeratology lenses in moderate-to-high astigmats. *Eye Contact Lens*, 2021,47(2):86-90.  
[10] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 2016,123(5):1036-1042.  
[11] 魏士飞,李仕明,孙芸芸,等. 配戴角膜塑形镜和框架眼镜对近视儿童周边屈光度影响的随机对照临床试验. 中华实验眼科杂志, 2017,35(10):930-935.  
[12] 吕帆,陈绮. 中国近视眼的研究进展. 中华眼科杂志, 2019,55(2):153-160.  
[13] Charman WN, Mountford J, Atchison DA, et al. Peripheral refraction in orthokeratology patients. *Optom Vis Sci*, 2006,83(9):641-648.  
[14] 谢培英,郭曦. 角膜塑形术矫治近视眼的新进展. 中华眼科杂志, 2021,57(4):315-318.  
[15] 张玉娇. 角膜塑形镜控制近视的临床研究进展. 国际眼科杂志, 2024,24(9):1453-1456.  
[16] Chen Z, Xue F, Zhou J, et al. Prediction of orthokeratology lens decentration with corneal elevation. *Optom Vis Sci*, 2017,94(9):903-907.  
[17] 韦丽娇,谢祥勇,何碧华. 环曲面设计与普通设计角膜塑形镜对角膜表面大高度差异近视患者的疗效比较. 国际眼科杂志, 2018,18(11):2112-2115.  
[18] 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.  
[19] 《眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识》专家组,何鲜桂,许迅. 眼轴长度在近视防控管理中的应用专家共识(2023). 中华实验眼科杂志, 2024,42(1):1-11.  
[20] Soni PS, Nguyen TT, Bonanno JA. Overnight orthokeratology: visual and corneal changes. *Eye Contact Lens*, 2003,29(3):137-145.  
[21] 张丹凤,王平,蔡劲锋,等. 近视青少年配戴角膜塑形镜前后脉络膜生物参数的变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2024,26(3):180-185.  
[22] 杜显丽,韩燕敏,陈敏. 角膜塑形镜塑形后眼客观视觉质量变化. 中华眼科杂志, 2015,51(1):32-38.  
[23] Zhang SQ, Zhu HL, Zhang L, et al. Effects of orthokeratology on corneal reshaping and the delaying of axial eye growth in children. *Heliyon*, 2024,10(12):e33341.  
[24] 郑杰,张钰,陈跃国,等. 基线近视屈光度对角膜塑形镜控制青少年儿童近视进展的影响. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2018,20(10):582-587.  
[25] 张守宽,彭庆生,张磊. 球差和彗差在角膜塑形镜控制近视中的作用. 国际眼科杂志, 2024,24(1):88-92.