

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.03.022

❖ 临床研究 ❖

基弧区非球面设计角膜塑形镜对近视青少年角膜屈光度、角膜内皮及眼轴增长的影响

王琼,王瑞,林江,周仕萍,毛馨遥

(成都爱尔眼科医院斜视与小儿眼科,四川 成都 610000)

【摘要】目的: 探讨基弧区非球面设计角膜塑形镜对近视青少年角膜屈光度、角膜内皮及眼轴增长的影响。**方法:** 回顾性分析 98 例近视 ($-1.00\text{ D} \sim -3.50\text{ D}$) 患者的病历资料。根据所选基弧区设计的不同角膜塑形镜分为两组,基弧区球面设计为 S 组 ($n=50$);基弧区非球面设计为 A 组 ($n=48$)。比较两组患者戴镜前及配戴 3 个月后角膜地形图上角膜 4 个轴方向及顶点处角膜的屈光力值、角膜相对屈光力,戴镜前及 1 年后角膜内皮相关系数与眼轴。**结果:** S 组除 T1、S1、I1.5,A 组除 I1 外其余各点位角膜相对屈光力均发生变化 ($P<0.05$),两组戴后角膜相对屈光力由戴前的负屈光力朝正屈光力方向改变。戴镜后两组在角膜直径 3 mm 内的各点位上比较有统计学差异 ($P<0.05$)。1 年后 S 组眼轴增长 (0.31 ± 0.20) mm,A 组增长 (0.20 ± 0.19) mm,两组比较有统计学差异 ($P<0.05$)。**结论:** 近视青少年佩戴基弧区非球面设计角膜塑形镜后角膜相对屈光力朝正屈光力方向改变,在角膜直径 3 mm 内表现出更明显的非球面治疗区,眼轴增长更慢,对角膜内皮相关指数无影响。

【关键词】 近视;青少年;角膜塑形镜;基弧区非球面设计;角膜屈光度

【中图分类号】 R778.11 **【文献标志码】** A

Effect of base curve aspheric orthokeratology lens on corneal refraction, corneal endothelium and axial length elongation of myopic adolescents

WANG Qiong, WANG Rui, LIN Jiang, ZHOU Shi-ping, MAO Xin-yao

(Department of Strabismus and Pediatric Ophthalmology, Chengdu Aier Eye Hospital, Chengdu 610000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To explore the effect of base curve aspheric orthokeratology lens on corneal refraction, corneal endothelium and axial length elongation of myopic adolescents. **Methods:** Retrospective analysis of medical records of 98 patients with myopia ($-1.00\text{ D} \sim -3.50\text{ D}$). The subjects were divided into S group ($n=50$, base curve spherical orthokeratology lens) and A group ($n=48$, base curve aspheric orthokeratology lens) according to the lenses they chose. The two groups were compared in terms of refractive power values and relative corneal refractive power in 4 corneal axis directions and at the corneal apex on corneal topography before wearing lenses and after wearing the lenses for 3 months, corneal endothelium related parameters and axial length before wearing the lenses and after wearing the lenses for 1 year. **Results:** Except for T1, S1, I1.5 in S group and I1 in A group, the relative corneal refractive power at the other points changed ($P<0.05$). The relative corneal refractive power of the two groups changed from negative refractive power before wearing the lenses to positive refractive power. After wearing the lenses, there were significant differences between the two groups in each point within 3 mm of the corneal diameter. A year later, axial length of S group increased by 0.31 ± 0.20 mm, and that of A group increased by 0.20 ± 0.19 mm, there was statistical difference between the two groups ($P<0.05$). **Conclusion:** The relative corneal refractive power of myopic adolescents changes to positive refractive power after wearing base curve aspheric orthokeratology lenses. Besides, they have more obvious aspheric treatment area within 3 mm of the corneal diameter, and axial growth becomes slower, without influence on corneal endothelium-related parameters.

【Key words】 Myopia; Adolescent; Orthokeratology lens; Base curve aspheric design; Corneal refraction

现阶段近视已成为社会公共卫生问题,据文献^[1]报道,2020 年全球近视患病率为 33%,到 2050 年将达 50%,其中高度近视患病率将达 10%。高度近视将引起一系列眼部并发症,如近视性黄斑变性、视网膜脱离、新生血管形成等,其中度数越高其发生

并发症的风险也越高,严重者可出现视力障碍,甚至失明。预防及控制近视缓慢发展,以免变成高度近视成为了迫切需要解决的问题。目前近视防控方法较多,其中角膜塑形镜对近视控制的有效性 & 安全性已被大量文献^[2-3]所证实,但角膜塑形镜对近视

基金项目:四川省成都市医学科研项目(2022341)

作者简介:王琼(1983-),女,主治医师。E-mail:wangqiong20220315@163.com

控制的效果仍然存在个体差异。因此通过对角膜塑形镜做一些优化设计,如小基弧区设计,基弧区非球面设计、增加压迫系数等等,通过优化设计后近视控制效果逐渐被证明^[4-5]。目前对于基弧区非球面设计角膜塑形镜的研究主要有视觉质量、有效性、眼表影响方面等^[6-8],而对角膜屈光力的改变方面研究很少。本研究拟探讨基弧区非球面设计角膜塑形镜对角膜屈光力的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2020 年 3 月至 2021 年 12 月成都爱尔眼科医院门诊验配同一品牌的近视青少年的病例资料。纳入标准:(1)近视球镜(-1.00 D ~ -3.50 D),散光 ≤ 1.50 D;(2)年龄 8 ~ 15 岁;(3)坚持连续配戴角膜塑形镜,病例资料完整且角膜地形图上偏位 ≤ 0.5 mm;(4)首次佩戴角膜塑形镜者;(5)取右眼数据,单眼配戴者取配戴眼数据。排除标准:(1)有角膜炎、青光眼、严重干眼等眼部疾病史不适合验配角膜塑形镜者;(2)依从性差,不能定期复查及规律护理镜片者;(3)有角膜塑形镜配戴史或滴用低浓度阿托品者。根据所选择的基弧区设计不同的角膜塑形镜分为球面 S 组($n=50$ 眼)与非球面 A 组($n=48$)。两组患者一般资料无统计学差异($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

资料	球面组($n=50$)	非球面组($n=48$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	10.48 \pm 2.27	10.26 \pm 2.67	0.440	0.661
性别			0.000	0.993
男	24(48.00)	23(47.92)		
女	26(52.00)	25(52.08)		
等效球镜度 SE(D)	2.45 \pm 0.79	2.36 \pm 0.86	0.540	0.591
中央角膜厚度(um)(CCT)	549.82 \pm 32.97	564.97 \pm 32.55	0.820	0.414
角膜曲率 FK(D)	42.61 \pm 1.37	42.44 \pm 1.06	0.685	0.495
角膜曲率 SK(D)	43.58 \pm 1.24	43.47 \pm 1.16	0.453	0.652
角膜 e 值	0.60 \pm 0.09	0.62 \pm 0.08	1.161	0.249
眼压(mmHg)	16.99 \pm 2.67	16.03 \pm 2.55	1.819	0.072
基础眼轴长度(mm)	24.58 \pm 0.70	24.73 \pm 0.72	1.046	0.298

1.2 验配及复查

询问眼部及全身病史,检查裸眼视力、睫状肌麻痹验光、眼轴、眼压、角膜地形图、角膜内皮及眼底,排除验配禁忌症后试戴角膜塑形镜。所选角膜塑形镜为同一品牌,两组除基弧区设计不同外,其他弧段设计相同,材料为氟硅丙烯酸酯聚合物,透氧系数为

$125 \times 10^{-11} (\text{cm}^2/\text{s})/[\text{mLO}_2/(\text{mL} \times \text{mmHg})]$,通过静态及动态评估确定最终定片参数。取镜时由专业人员向患者及其家属详细讲解镜片摘戴、护理方法以及定期复查时间。要求均在夜间配戴角膜塑形镜,佩戴时间维持在 8 ~ 10 h,定期复查。每次复查需检查项目:裸眼视力、角膜及眼表情况、角膜地形图。每半年增加眼轴及角膜内皮检查。

1.3 观察指标

(1)角膜相对屈光度:由于配戴角膜塑形镜后角膜形态一般在 1 个月左右稳定,故该研究收集戴镜前及戴镜后 3 个月角膜地形图切线图上的数据分析,以距离角膜顶点 0.5 mm 间隔收集角膜直径 ≤ 7 mm 内的角膜 4 个方位(鼻侧:N;颞侧:T;上方:S;下方:I)上的角膜屈光力值,分别记录为 N/T/S/I(1/1.5/2/2.5/3/3.5),以各点位屈光力值减去顶点屈光力值定义为各点的角膜相对屈光力。(2)角膜内皮:利用非接触型角膜内皮显微镜检查中央区角膜内皮,取非球面组戴镜前及戴后 1 年数据比较;(3)眼轴:取戴镜 1 年后两组眼轴及眼轴增长值比较。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 28.0 软件进行数据分析。计量资料经检验符合正态分布,以 $(\bar{x} \pm s)$ 描述,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;计数资料用 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用成组 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者佩戴角膜塑形镜 3 个月前后角膜相对屈光力变化情况

两组配戴角膜塑形镜 3 个月前后比较:S 组除 S1、T1,A 组除 I1 外其余各点位角膜相对屈光力戴后均发生变化($P<0.05$),两组戴后角膜相对屈光力朝正屈光力改变。戴镜后角膜 4 个轴方位上相对屈光力最大的点位分别是:S 组 N3(4.15 \pm 1.32)D, T3(3.45 \pm 1.54)D, S2.5(4.18 \pm 1.44)D, I3.0(3.25 \pm 1.8)D;A 组 N2.5(4.45 \pm 1.25)D, T3(4.02 \pm 1.56)D, S2.5(4.78 \pm 1.56)D, I3.0(4.12 \pm 1.78)D,即主要在距离角膜中央 2.5 mm 或者 3 mm 弧段。见表 2-表 5。戴后两组在角膜直径 3.5mm 各点位角膜相对屈光力比较,除球面 S 组 T1、S1、I1.5 以及非球面 A 组 I1 外差异均有统计学差异($P<0.05$)。戴镜后两组角膜 3.5mm 区域内均表现为从中央到周边的非球面性变陡,但 A 组的非球面更明显,尤其在角膜 3mm 内区域。见图 1 及图 2。

表 2 球面 S 组配戴前后鼻侧和颞侧各点位角膜相对屈光力的比较 ($\bar{x} \pm s, D$)

时间	1 mm		1.5 mm		2 mm		2.5 mm		3 mm		3.5 mm	
	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T
佩戴前	-0.60 ± 0.56	-0.15 ± 0.47	-0.97 ± 0.51	-0.32 ± 0.49	-1.61 ± 0.64	-0.58 ± 0.55	-2.68 ± 0.85	-1.13 ± 0.69	-4.31 ± 1.19	-2.08 ± 1	-6.39 ± 1.56	-3.53 ± 2.23
配戴后	0.59 ± 0.64	0.02 ± 0.6	1.15 ± 0.78	0.35 ± 0.83	2.45 ± 1.01	1.61 ± 1.02	3.95 ± 1.25	2.84 ± 1.15	4.15 ± 1.32	3.45 ± 1.54	2.14 ± 1.55	2.23 ± 1.61
t 值	-9.89	-1.58	-16.09	-4.92	-24.01	-13.36	-31.01	-20.93	-33.66	-21.3	-27.43	-14.81
P 值	<0.001	0.118	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 球面 S 组配戴前后上方和下方各点位角膜相对屈光力的比较 ($\bar{x} \pm s, D$)

时间	1 mm		1.5 mm		2 mm		2.5 mm		3 mm		3.5 mm	
	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
佩戴前	0.57 ± 0.69	0.80 ± 0.70	0.44 ± 0.85	0.48 ± 0.92	-0.17 ± 0.96	0.03 ± 0.95	-1.29 ± 0.97	-0.64 ± 1.04	-2.92 ± 1.21	-1.80 ± 1.40	-4.89 ± 1.50	-3.60 ± 1.84
配戴后	0.51 ± 0.72	0.30 ± 0.77	1.67 ± 1.04	0.52 ± 1.02	2.87 ± 1.23	1.53 ± 1.42	4.18 ± 1.44	2.74 ± 1.61	2.95 ± 1.67	3.25 ± 1.80	1.71 ± 1.74	2.67 ± 1.82
t 值	0.43	3.40	-6.48	-0.21	-13.78	-6.21	-22.28	-12.47	-20.13	-15.66	-20.31	-17.13
P 值	0.672	<0.001	<0.001	0.837	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 非球面 A 组配戴前后鼻侧和颞侧各点位角膜相对屈光力的比较 ($\bar{x} \pm s, D$)

时间	1 mm		1.5 mm		2 mm		2.5 mm		3 mm		3.5 mm	
	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T
佩戴前	-0.59 ± 0.77	-0.02 ± 0.72	-1.02 ± 0.80	-0.15 ± 0.78	-1.61 ± 0.80	-0.46 ± 0.85	-2.58 ± 1.03	-0.91 ± 0.93	-4.15 ± 1.26	-1.86 ± 1.10	-6.20 ± 1.76	-3.38 ± 1.44
配戴后	1.15 ± 0.8	0.62 ± 0.66	1.95 ± 1.01	1.02 ± 0.71	3.25 ± 1.21	2.02 ± 1.20	4.45 ± 1.25	3.32 ± 1.54	3.50 ± 1.50	4.02 ± 1.56	1.57 ± 1.70	2.58 ± 1.71
t 值	-10.86	-4.54	-15.97	-7.69	-23.21	-11.68	-30.07	-16.29	-27.06	-21.34	-22.00	-18.47
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 5 非球面 A 组配戴前后上方和下方各点位角膜相对屈光力的比较 ($\bar{x} \pm s, D$)

时间	1 mm		1.5 mm		2 mm		2.5 mm		3 mm		3.5 mm	
	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
佩戴前	0.52 ± 0.89	0.82 ± 0.8	0.36 ± 0.89	0.72 ± 0.81	-0.12 ± 1.03	0.32 ± 0.96	-1.13 ± 1.54	-0.34 ± 1.15	-2.93 ± 2.42	-1.49 ± 1.41	-4.73 ± 2.71	-3.21 ± 1.78
配戴后	1.04 ± 0.81	0.86 ± 0.94	2.08 ± 1.02	1.27 ± 1.13	3.28 ± 1.13	2.78 ± 1.45	4.78 ± 1.56	4.08 ± 1.62	2.75 ± 1.63	4.12 ± 1.78	1.68 ± 1.67	2.41 ± 1.7
t 值	-2.99	-0.22	-8.80	-2.74	-15.41	-9.80	-18.68	-15.41	-13.49	-17.12	-13.95	-15.82
P 值	0.004	0.822	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

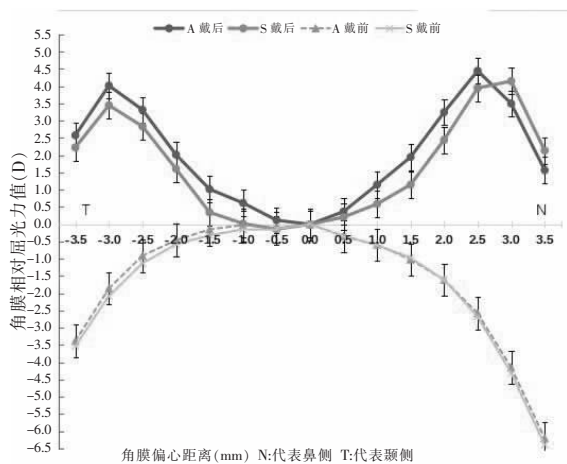


图 1 两组患者配戴前后鼻侧和颞侧角膜相对屈光力折线图

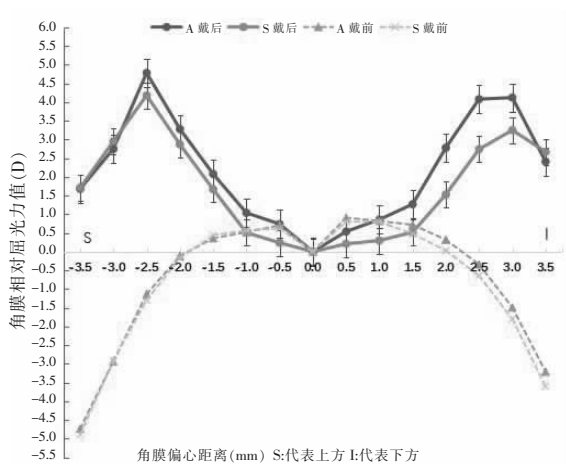


图 2 两组患者配戴前后上方和下方角膜相对屈光力折线图

2.2 非球面 A 组患者佩戴角膜塑形镜 1 年前后角膜内皮变化

非球面 A 组配戴角膜塑形镜 1 年前后角膜厚度及内皮各参数均无统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 6。

表 6 非球面 A 组戴镜前后 1 年角膜厚度、内皮相关指数比较 ($\bar{x} \pm s$)

角膜相关参数	戴前 ($n=48$)	戴后 ($n=48$)	t 值	P 值
中央角膜厚度 (μm)	564.97 \pm 32.55	557.68 \pm 31.12	1.132	0.260
角膜内皮细胞密度 (个/ mm^2)	3 242.33 \pm 285.43	3 220.54 \pm 272.16	0.386	0.700
角膜内皮变异系数	28.04 \pm 4.37	28.07 \pm 4.46	0.034	0.973
角膜内皮六角形细胞比率 (%)	67.85 \pm 10.83	68.05 \pm 10.85	0.091	0.927

2.3 眼轴

1 年后球面 S 组眼轴增长 (0.31 ± 0.20) mm, 非球面 A 组增长 (0.20 ± 0.19) mm, S 组眼轴增长多于非球面 A 组 ($P < 0.05$)。见表 7。

表 7 两组戴镜 1 年后眼轴增长值比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	球面 S 组 ($n=50$)	非球面 A 组 ($n=48$)	t 值	P 值
戴前眼轴	24.58 \pm 0.70	24.73 \pm 0.72	1.046	0.298
戴后眼轴	24.89 \pm 0.74	24.93 \pm 0.77	-0.262	0.794
眼轴增长值	0.31 \pm 0.20	0.20 \pm 0.19	2.789	0.006

3 讨论

角膜塑形镜的后表面通过逆几何设计,通过镜片下的泪液负压,使中央区角膜变平,周边区变陡,对角膜形态进行重塑,使得周边区域向正屈光力方向改变。研究通过对比配戴基弧区球面和非球面设计的近视青少年配戴角膜塑形镜前后相对角膜屈光力发现,两组配前角膜相对屈光力部分点位表现为相对正屈光力,分析可能与垂直方向的角膜顺规性散光有关,配前整体呈现为周边远视离焦状态;各点位相对角膜屈光力在角膜塑形镜配戴后改变为正屈光力方向,并从中央到角膜直径 6 mm 内呈非球面性变陡,在距角膜中央 2.5 mm 或者 3.0 mm 处为角膜相对最大屈光力主要点位。研究结果和钟元园^[9]、陈君虹等^[10]、Zhang 等^[11]的一致,尽管陈君虹等研究的是多焦点软镜的结果,但都是基于离焦理论设计的镜片,结果可以参考。基于离焦假说,动物实验证明外周部视网膜近视离焦能更好的抑制眼轴的过快增长^[12]。角膜经过角膜塑形镜的重塑后,角膜相对屈光力改变的轮廓能调节视觉信号的输入,诱导周围视网膜相对近视离焦形成,抑制眼轴的增长。既往研究^[13]发现,角膜直径 7.2 mm 内相对角

膜屈光力变化的总和跟两年眼轴增长呈负相关, Hu 等^[14]认为不能单一根据角膜屈光力的变化预测眼轴增长,应该考虑面积求和效应,提出了角膜面积总功率转移,且该值在佩戴角膜塑形镜 1 个月后到 12 个月保持不变,于眼轴增长呈负相关。Jiang 等^[15]、Zhang 等^[16]研究发现配戴角膜塑形镜后角膜相对屈光力的空间分布不同对眼轴增长控制效果不同,越靠近中心,治疗区越非球面性,眼轴控制效果更好。通过既往研究发现,配戴角膜塑形镜后角膜屈光力无论是在改变量,空间分布,还是在屈光力改变的方式(即非球面性)上均会对眼轴增长产生不同的结果,是因为角膜屈光力的改变带来了不一样的视网膜周边离焦, Jiang 等^[15]提出从角膜地形图推断外周视网膜经历的近视离焦量大于角膜塑形镜后中央角膜屈光力减少的两倍,同时受镜片的设计以及瞳孔大小影响,中央-中央旁角膜最大屈光力变化的比值可以预测视网膜离焦量的变化。研究结果显示,配戴基弧区非球面和非球面塑形镜后两组角膜相对屈光力在中央 3 mm 各点位比较有差异,前者相对屈光力值更高,变化更陡,基弧区非球面角膜塑形镜表现了更明显的非球面治疗区,近似“尖底锅”样改变。该结果与 Liu 等^[17]研究结果一致,说明基弧区非球面设计角膜塑形镜带来了更明显的角膜屈光力变化。

角膜内皮细胞为单层六角形细胞,损伤后无再生功能,只可由相邻内皮细胞扩大填充,在保持角膜透明性方面发挥了重要作用。研究结果显示,患者配戴非球面角膜塑形镜 1 年前后的角膜中央厚度、角膜内皮细胞密度、角膜内皮变异系数、角膜内皮六角形细胞比率均未见明显变化,与盛永红等^[18]、王丽纯等^[19]结果一致,表明配戴非球面角膜塑形镜是安全的,对角膜内皮功能无影响。

配戴基弧区非球面角膜塑形镜与球面角膜塑形镜的两组患者 1 年后眼轴增长情况有统计学差异。与王瑞等^[20]低度近视组研究结果一致。以往研究还发现,在中度近视组中非球面和非球面角膜塑形镜对眼轴的控制效果两组无差异,而该研究得出了积极的结果,考虑可能在于纳入的近视度数范围在 (-1.00 ~ -3.50) D 有关,对大于 3.50 D 以上近视度数的青少年控制效果如何,有待进一步证明。本研究中,配戴基弧区非球面角膜塑形镜后角膜相对屈光力朝正屈光力改变、基弧区更非球面改变,但此改变带来多少视网膜离焦的改变以及和眼轴增长的相关性,需要进一步深入的论证。

综上,近视青少年佩戴基弧区非球面设计角膜塑形镜后角膜相对屈光力朝正屈光力方向改变,在

角膜直径 3 mm 内表现出更明显的非球面治疗区, 1 年后眼轴增长更慢, 对角膜内皮相关指数无影响。

参考文献

- [1] Monica Jong, Serge Resnikoff, Kah Ooi Tan, 等. 亚洲近视管理共识[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022, 24(3): 161-169.
- [2] 庞宇, 刘娟, 张俊强, 等. 长期佩带角膜塑形镜对近视青少年的影响研究[J]. 成都医学院学报, 2023, 18(1): 74-78.
- [3] 刘艺, 于明坤, 孙伟, 等. 角膜塑形术控制儿童近视有效性与安全性的 Meta 分析[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021, 35(6): 92-100.
- [4] 唐文婷, 李佳倩, 李世贝, 等. 增加压迫系数的角膜塑形镜矫正近视眼的临床观察[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(11): 907-913.
- [5] Pauné J, Fonts S, Rodríguez L, et al. The role of back optic zone diameter in myopia control with orthokeratology lenses[J]. Journal of Clinical Medicine, 2021, 10(2): 336.
- [6] Liu Y, Wildsoet C. The effective add inherent in 2-zone negative lenses inhibits eye growth in myopic young chicks[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2012, 53(8): 5085-5093.
- [7] 付雪梅, 杨积文, 姜炳材. 基弧区非球面设计角膜塑形镜对客观视觉质量的影响[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021, 23(8): 583-588.
- [8] 姚琨, 王莉. 基弧区非球面设计角膜塑形镜对青少年近视伴中高度散光眼表的影响[J]. 国际眼科杂志, 2022, 22(10): 1625-1629.
- [9] 钟元园. 角膜塑形镜对儿童角膜周边屈光力及眼轴增长的影响[D]. 上海: 复旦大学, 2014.
- [10] 陈君虹, 陈思萍, 潘雅丽, 等. 多焦点角膜接触镜配戴后角膜屈光力的变化及其与眼轴增长的相关性[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021, 23(6): 427-433.
- [11] Zhang Z, Chen Z, Chen Z, et al. Change in corneal power distribution in orthokeratology: a predictor for the change in axial length [J]. Translational Vision Science & Technology, 2022, 11(2): 18.
- [12] Kang P, Maseedupally V, Gifford P, et al. Predicting corneal refractive power changes after orthokeratology [J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 16681.
- [13] Zhong Y, Chen Z, Xue F, et al. Central and peripheral corneal power change in myopic orthokeratology and its relationship with 2-year axial length change [J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2015, 56(8): 4514-4519.
- [14] Hu Y, Wen C, Li Z, et al. Areal summed corneal power shift is an important determinant for axial length elongation in myopic children treated with overnight orthokeratology [J]. The British Journal of Ophthalmology, 2019, 103(11): 1571-1575.
- [15] Jiang F, Huang X, Xia H, et al. The spatial distribution of relative corneal refractive power shift and axial growth in myopic children: orthokeratology versus multifocal contact lens [J]. Frontiers in Neuroscience, 2021, 15: 686932.
- [16] Zhang Z, Chen Z, Zhou J, et al. The effect of lens design on corneal power distribution in orthokeratology [J]. Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry, 2022, 99(4): 363-371.
- [17] Liu T, Ma W, Wang J, et al. The effects of base curve aspheric orthokeratology lenses on corneal topography and peripheral refraction: a randomized prospective trial [J]. Contact Lens & Anterior Eye, 2023, 46(3): 101814.
- [18] 盛永红, 王国平, 韩林峰, 等. 角膜塑形镜对青少年中央角膜厚度及角膜内皮细胞的影响[J]. 临床眼科杂志, 2022, 30(2): 143-147.
- [19] 王丽纯, 张钰, 陈跃国. 夜戴角膜塑形镜对青少年角膜内皮细胞的影响[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2019, 21(9): 677-681.
- [20] 王瑞, 林江, 李丽, 等. 配戴基弧非球面设计角膜塑形镜控制近视的临床效果[J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(4): 563-566.

(收稿日期: 2023-09-24

修回日期: 2023-11-23)