

## ·角膜塑形镜/论著·

# 角膜塑形镜控制青少年近视进展效果的相关因素

符爱存 吕勇 姬娜 尚利娜 李秀红 朱豫

**【摘要】目的** 观察近视青少年配戴夜戴型角膜塑形镜后眼轴增加量的相关因素。**方法** 前瞻性非随机对照研究。166例(均取右眼数据)近视患者分别配戴全矫单焦框架眼镜(82例)和角膜塑形镜(84例),收集其性别、年龄、基础眼轴长度和戴镜2年后眼轴增加量等参数。单因素线性回归分析2组各参数对眼轴增加量的影响。**结果** 2年后,框架镜组和角膜塑形镜组完成随访的病例数分别为70例和73例。框架镜组2年的眼轴增加量的影响因素包括:年龄( $\beta=-0.073, P<0.01$ )、角膜散光( $\beta=0.05, P<0.05$ )、基础眼轴长度( $\beta=-0.07, P<0.05$ )。角膜塑形镜组2年的眼轴增加量的影响因素包括:性别[男女眼轴增加量分别为( $0.34\pm0.29$ )mm, ( $0.21\pm0.31$ )mm,  $t=0.69, P<0.05$ ]、年龄( $\beta=-0.066, P<0.01$ )、近视发生年龄( $\beta=-0.073, P<0.05$ )、基础近视度数( $\beta=0.052, P<0.05$ )、入选研究前2年每年增加的近视度数( $\beta=-0.043, P<0.05$ )、瞳孔直径( $\beta=-0.04, P<0.05$ )、基础眼轴长度( $\beta=-0.06, P<0.05$ )。经协方差分析,年龄、近视发生年龄、入选研究前2年增加的近视度数、基础近视度数、眼轴、角膜散光、瞳孔直径与眼轴增加量的回归系数在2组间差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 女性、年龄越小、近视发生越早、基础近视度数越高、入选研究前2年每年增加的近视度数越大、角膜散光越大、瞳孔直径越大和基础眼轴越长的近视患者配戴角膜塑形镜的效果较框架镜好。

**【关键词】** 角膜塑形术; 近视; 治疗结果; 预测因素

基金项目:郑州大学第一附属医院院内青年创新基金

**Factors preventing myopia progression with orthokeratology correction** Fu Aicun\*, Lyu Yong, Ji Na, Shang Lina, Li Xiuhong, Zhu Yu. \* Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Zhu Yu, Email: 13673666718@163.com

**[Abstract]** **Objective** To examine which baseline predictive factors for axial length (AL) elongation over 2 years in children wearing orthokeratology lenses and single-vision (SV) spectacles. **Methods** This was a prospective non-randomized study. Eighty-two and eighty-four myopia patients (only took the right eye data) wore full correction SV spectacles and orthokeratology lenses, respectively. Gender, age, AL at baseline and 2 years after, and other parameters were collected. Univariate analysis was used to estimate the relationship between change in AL and baseline date of two groups. **Results** Two years later, 70 and 73 subjects finished follow-up in SV group and orthokeratology group, respectively. After univariate analysis, AL elongation was associated with the following factors in orthokeratology group. Change in AL was  $0.34\pm0.29$  mm and  $0.21\pm0.31$  mm for male and female, respectively ( $t=0.69, P<0.05$ ). The regression coefficient between age ( $\beta=-0.066, P<0.01$ ), age of myopia onset ( $\beta=-0.073, P<0.05$ ), baseline myopia ( $\beta=0.052, P<0.05$ ), myopia progression 2 years before baseline ( $\beta=-0.043, P<0.05$ ), pupil diameter ( $\beta=-0.04, P<0.05$ ), baseline AL ( $\beta=-0.06, P<0.05$ ). AL elongation was associated with the following factors in SV group. The regression coefficient between age ( $\beta=-0.073, P<0.01$ ), corneal astigmatism ( $\beta=0.05, P<0.05$ ), baseline AL ( $\beta=-0.07, P<0.05$ ). The regression coefficients of two groups between age, age of myopia onset, myopia progression 2 years before baseline, baseline myopia, corneal astigmatism, pupil diameter and AL were statistically significant after covariance analysis ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Orthokeratology was a successful treatment option in controlling AL elongation compared to SV spectacles in children of female, younger age, had earlier onset of myopia, had greater corneal

DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2016.02.003

作者单位:450052 郑州大学第一附属医院眼科(符爱存、吕勇、尚利娜、李秀红、朱豫);215000 苏州眼视光医院(姬娜)

通信作者:朱豫,Email:13673666718@163.com

astigmatism and pupil diameter, had quicker rate of myopia progression before baseline, had higher myopia at baseline.

**[Key words]** Orthokeratologic procedures; Myopia; Treatment outcome; Predictive factor

**Fund Program:** Youth Innovation Fund of the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University

青少年近视发病率和高度近视所占比例的增高已引起经济和社会问题，因此人们从多方面进行研究寻找控制青少年近视度数进展的方法<sup>[1]</sup>。目前，相对于单光<sup>[2]</sup>和双光<sup>[3]</sup>框架眼镜、渐进多焦点眼镜<sup>[4]</sup>、软性角膜接触镜<sup>[5]</sup>和硬性透氧性角膜接触镜<sup>[6]</sup>等矫正方式，角膜塑形镜是一种较有效的控制青少年近视进展的方法。

青少年近视患者配戴角膜塑形镜后的疗效因人而异。眼球生理和生物学参数变化为：近视发生年龄越早，近视度数进展越快，最终近视度数越大<sup>[7-8]</sup>。女性比男性近视度数进展更快<sup>[8]</sup>。近视有遗传性，父母近视，孩子近视风险增加<sup>[9]</sup>。随近视度数增加，前房深度加深，玻璃体腔和眼轴长度延长，而眼轴延长是近视度数发展的一个最重要临床指标<sup>[10]</sup>。无创非接触式测量眼轴长度的光学仪器 IOLMaster 具有分辨率高、精确、重复性好、安全性高等特点，患者易于接受和配合<sup>[11]</sup>。本研究纳入与角膜塑形镜配戴者基本资料相匹配的框架镜配戴者做对照，分析性别、年龄、近视度数等参数对戴镜后眼轴增加量的影响。以供选择角膜塑形镜配戴者时作为参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

纳入标准：年龄 6~15 岁；近视等效球镜度 (SE) -6.50~-1.00 D；平坦子午线角膜曲率 40.75~47.25 D；角膜散光 <-2.00 D；最佳矫正视力 (BCVA) ≥ 20/20；眼压 (IOP) 在正常范围 (10~21 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)；角膜塑形镜患者戴镜 3 个月后晨起取镜后 10 min 裸眼视力 (UCVA) ≥ 20/20；遮盖去遮盖和交替遮盖无显性斜视；之前未戴过角膜塑形镜和其他接触镜；无双眼视问题，无眼科和全身系统性影响视力和近视度数进展的疾病，无角膜塑形镜配戴禁忌证。

前瞻性选取 2010 年 1 月到 2012 年 1 月来郑州大学第一附属医院眼科视光中心就诊的近视青少年儿童 166 例(均取右眼数据分析)，根据患者和监护人要求选择配戴角膜塑形镜或框架镜，随访 2 年。本研究遵循赫尔辛基宣言，所有入选者及监护人知情同意后签署知情同意书。

### 1.2 检查流程

详细记录患者病史，包括性别、年龄、近视发生的年龄、开始戴镜年龄、近视后的治疗方法，是否戴过接触镜或做过眼部手术、全身健康情况等，对研究对象进行全面的眼部检查，包括 UCVA、裂隙灯显微镜、眼底、IOP、主觉验光、角膜厚度、前房深度、角膜直径、瞳孔直径、眼轴长度和角膜内皮等。

### 1.3 镜片选择和随访

角膜塑形镜组：采用合肥欧普康视公司的梦戴维角膜塑形镜，材料为 Boston XOP，透氧系数为  $100 \times 10^{-11} (\text{cm}^2 \cdot \text{mL} \text{O}_2) / (\text{s} \cdot \text{ml} \cdot \text{mmHg})$ ，直径 10.5~11.0 mm，光学区中心厚度 0.24 mm，内表面反几何四弧设计。采用厂家生产的试戴镜片进行验配：根据平坦角膜曲率值 (K 值) 作为第一片试戴片定位弧进行试戴，综合考虑年龄、近视和散光度数、散光轴位，片上验光度数、IOP、角膜直径、眼睑形状和松紧确定镜片参数并订制。配戴前，戴镜后 1 d、1 周、1 个月、3 个月，以后每 3 个月早上 8:00~10:00 进行裂隙灯显微镜检查角膜结膜健康状况、镜片情况(配适、清洁、有无划痕等)、视力、主觉验光。每半年检查角膜地形图 (Orbscan II Z)，每年检查眼轴长度 (IOLMaster) 和角膜内皮，复查在摘镜后 2 h 内完成。如无特殊情况，建议患者每晚均配戴。要求 1.5 年左右常规更换镜片，若摘镜后 UCVA 小于 0.8 或镜片表面磨损严重，则需及时更换镜片。

框架镜组：根据主觉验光结果试戴后全矫配镜，采用普通球面单光加绿膜镜片。建议患者远视、近视均配戴。每半年复查，若近视度变化超过 0.50 D 或镜片磨损、镜架变形明显，则需及时更换眼镜。

### 1.4 统计学方法

前瞻性非随机对照研究。采用易佩统计软件 (<http://www.empowerstats.com>) 进行分析。戴镜 2 年后的眼轴变化量作为因变量，自变量是性别、年龄等。单因素线性回归分析 2 组眼轴变化量与各自变量的关系，组间斜率差异用协方差分析进行比较。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组患者的基本资料

框架镜组和角膜塑形镜组分别有 82 眼、84 眼符合入选条件，2 年后由于各种原因分别有 12 例

(14.6%。2例不按时复查,失访;2例不按要求戴镜,仅看远时戴镜;5例度数增加过快,转为配戴角膜塑形镜;2例度数增加-0.50而不换镜片;1例眼镜丢失,长时间未戴)和11例(13.1%)。其中3例不按时复查失访;2例近视度数高,下午裸眼视力下降,加戴框架镜;2例度数高,角膜曲率高,角膜持续着色停戴;1例为高中生,夜晚睡眠时间太短,无法保证效果停戴;1例看到媒体负面报道,害怕副作用而停戴;1例因过敏性结膜炎而停戴;1例镜片丢失,未按时补片)舍弃,舍弃与完成随访患者的基本资料差异无统计学意义( $P>0.05$ )。2组完成随访患者的各项基础参数差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1。

## 2.2 2组戴镜后眼轴长度的变化

框架镜组和角膜塑形镜组每年眼轴增加量:第1年分别为 $(0.31\pm0.19)$ mm( $0.20\sim0.80$  mm)、 $(0.14\pm0.12)$ mm( $-0.10\sim0.56$  mm);第2年分别为 $(0.30\pm0.18)$ mm( $0.30\sim0.90$  mm)、 $(0.15\pm0.13)$ mm( $-0.40\sim0.86$  mm)。戴镜第1年、第2年,2组眼轴增加量的差异均有统计学意义( $t=-3.81,-2.93, P<0.05$ )。相对框架镜组,戴镜第1年、第2年角膜塑形镜组控制眼轴增长分别减少约55%和50%。

## 2.3 眼轴增加量相关因素的单因素线性回归分析

2.3.1 年龄、近视发生年龄与眼轴增加量的关系 随着年龄增大,2组的眼轴增加速度均减慢( $\beta=-0.073, P<0.01; \beta=-0.066, P<0.01$ )。组间斜率差异用协方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。年龄小的患者,配戴角膜塑形镜相对框架镜眼轴增加速度更慢。2组的近视发生年龄越早,眼轴增加越快(框架镜组: $\beta=-0.082, P>0.05$ ;角膜塑形镜组: $\beta=-0.073, P<0.05$ )。组间斜率差异用协方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。近视发生年龄越早,配戴角膜塑形镜相对框架镜眼轴增加速度越慢。见表2。

2.3.2 性别与眼轴增加量的关系 框架镜组男女眼轴增加量分别为 $(0.60\pm0.29)$ 、 $(0.58\pm0.21)$ mm,男女眼轴增加速度接近( $P>0.05$ )。角膜塑形镜组男女眼轴增加量分别为 $(0.34\pm0.29)$ 、 $(0.21\pm0.31)$ mm,女性近视患者比男性眼轴增加速度慢( $t=0.69, P<0.05$ )。见表2。

2.3.3 入选研究前2年每年增加的近视度数、基础近视度数与眼轴增加量的关系 框架镜组入选研究前2年每年增加的近视度数与眼轴增加量无关( $\beta=0.08, P>0.05$ ),而角膜塑形镜组入选研究前2年每年增加的近视度数越小,眼轴增加量越小( $\beta=-0.043, P<0.05$ )。组间斜率差异用协方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。框架镜组眼轴增加量与基础近视度数无关( $\beta=0.001, P>0.05$ ),而基础近视度数增加角膜塑形镜组眼轴增加变慢( $\beta=0.05, P<0.05$ )。组间斜率差异用协方差分析,差异有统计学意义( $P<0.01$ )。见表2。

2.3.4 角膜散光与眼轴增加量的关系 框架镜组散光越大,眼轴增加越多( $\beta=0.05, P<0.05$ );角膜塑形镜组眼轴增加量与角膜散光无关( $\beta=-0.004, P>0.05$ )。组间斜率差异用协方差分析,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2。

2.3.5 角膜厚度、角膜曲率、前房深度与眼轴增加量的关系 2组的角膜厚度( $\beta=-0.032, P>0.05; \beta=-0.023, P>0.05$ )、角膜曲率( $\beta=0.009, P>0.05; \beta=0.008, P>0.05$ )、前房深度( $\beta=0.09, P>0.05; \beta=-0.015, P>0.05$ )与眼轴增加量无关。见表2。

2.3.6 瞳孔直径与眼轴增加量的关系 框架镜组瞳孔直径与眼轴增加量无关( $\beta=0.04, P>0.05$ )。角膜塑形镜组瞳孔直径越大,眼轴增加越慢( $\beta=-0.04, P<0.05$ )。经协方差分析,组间斜率差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2。

表1 框架镜组和角膜塑形镜组入选研究患者的基本资料

参数	框架镜组(n=70)	角膜塑形镜组(n=73)
年龄(岁)	$10.5\pm2.2(6\sim15)$	$10.8\pm2.3(6\sim15)$
性别(男/女)	35(50%)/35(50%)	41(56%)/32(44%)
近视度数(D)	$-4.11\pm1.36(-1.00\sim-6.50)$	$-4.00\pm1.38(-1.00\sim-6.50)$
角膜散光(D)	$1.12\pm0.06(0\sim2.00)$	$1.23\pm0.56(0\sim2.00)$
入选前2年近视年增加度数(D)	$0.70\pm0.11(0.50\sim1.75)$	$0.75\pm0.12(0.50\sim1.50)$
近视发生年龄(岁)	$8.0\pm2.3(6\sim12)$	$7.6\pm2.1(5\sim12)$
角膜曲率(D)	$43.77\pm1.37(41.25\sim47.00)$	$44.10\pm1.47(40.75\sim47.00)$
角膜横径(mm)	$11.90\pm0.64(10.9\sim13.1)$	$11.86\pm0.55(11.0\sim13)$
角膜厚度(μm)	$536.1\pm41.8(516\sim599)$	$543.4\pm41.2(508\sim612)$
前房深度(mm)	$3.15\pm0.24(2.5\sim4.1)$	$3.12\pm0.23(2.6\sim3.8)$
瞳孔直径(mm)	$6.50\pm1.10(4.2\sim6.5)$	$6.20\pm0.90(4.5\sim6.8)$
基础眼轴长度(mm)	$24.88\pm0.67(22.6\sim26.1)$	$24.99\pm0.88(22.8\sim26.8)$

2.3.7 基础眼轴长度与眼轴增加量的关系 2组的基础眼轴越长,眼轴增加均越慢( $\beta=-0.07, P<0.05$ ;  $\beta=-0.06, P<0.05$ )。经协方差分析,组间斜率差异有统计学意义( $P<0.05$ )。戴镜前基础眼轴越长,角膜塑形镜组眼轴增加量更少。见表2。

### 3 讨论

本研究发现性别、年龄和近视发生年龄等人口学参数,基础近视度数、入选研究前近视增加度数和眼球生物学参数如角膜曲率、角膜散光、前房深度、瞳孔直径、眼轴长度均影响青少年近视患者配戴角膜塑形镜和框架镜后的眼轴增加量,且影响程度不同,说明近视度数的进展受较多因素的影响。

#### 3.1 性别与眼轴增加量的关系

本研究发现角膜塑形镜组女性比男性近视患者眼轴增加速度慢,而框架镜组男女眼轴增加速度一致。角膜塑形镜组研究结果与 Santodomingo-Rubido 等<sup>[12]</sup>的一致,但 Zhu 等<sup>[13]</sup>发现男女眼轴增加量无差异。角膜塑形镜组男女差异的原因推测:男生戴镜依从性和镜片护理较女生稍差。复查时少量配戴角膜塑形镜患者偶尔未戴镜或戴镜时间过短,或戴镜不久镜片出现划痕,划痕会造成镜片透氧性下降、难以护理干净等,这是否会影响配戴效果未知,需要进一步详细调查和分析。

#### 3.2 年龄、近视发生年龄与眼轴增加量的关系

2组随基线年龄和近视发生年龄增大,眼轴增加均减慢,且年龄越小的患者,相对框架镜,配戴角膜塑形镜者眼轴增加速度更慢。Hiraoka 等<sup>[14]</sup>观察 8~12岁近视度数为-0.75~-4.63 D 配戴角膜塑形镜5年患者,Santodomingo-Rubido 等<sup>[12]</sup>,Zhu 等<sup>[13]</sup>,Cho 和

Cheung<sup>[15]</sup>分别观察 8~12岁屈光度为-0.75~-4.63 D、7~14岁屈光度为-1.25~-7.88 D、7~10岁屈光度为-0.75~-4.63 D 配戴角膜塑形镜 2年的近视患者,与本研究结论一致。Cho 和 Cheung<sup>[15]</sup>认为可能原因为:随年龄增大,青少年近视发展速度本身变慢。但对低龄近视患者,为何角膜塑形镜较框架镜控制其近视发展的效果更好?目前原因未知,具体机制需要进一步研究探讨。

#### 3.3 基础近视度数与眼轴增加量的关系

角膜塑形镜组,近视度数越高,眼轴增加越慢,控制近视效果越好。与 Zhu 等<sup>[13]</sup>,Hiraoka 等<sup>[14]</sup>及 Cho 和 Cheung<sup>[15]</sup>研究结果一致,这3个研究的对象均为中低度近视青少年儿童患者。目前认为视网膜周边近视离焦可以延缓或阻止近视度数的增加。众多研究发现近视患者配戴角膜塑形镜后周边视网膜呈现近视离焦。同时,宋艳霞<sup>[16]</sup>、Charm 和 Cho<sup>[17]</sup>分别观察 22~27岁近视度数为-1.0~-4.0 D、8~11岁近视度数为-5.0~-8.0 D 配戴角膜塑形镜的近视患者,结果为:近视度数越高,配戴角膜塑形镜后视网膜周边近视离焦越明显。但周边离焦量与眼轴增加量的关系未见报道,如果周边离焦量越高,眼轴增加越慢,那么从周边离焦理论学说,近视度数越高,配戴角膜塑形镜后近视控制效果越好的机制将被解释清楚。而本研究发现框架镜组基础近视度数与眼轴增加量无关。与 Santodomingo-Rubido 等<sup>[12]</sup>,Hiraoka 等<sup>[14]</sup>,Cho 和 Cheung<sup>[15]</sup>研究的基础资料和结果一致。对于高度近视患者,可以尝试配戴角膜塑形镜来控制近视的发展。

配戴角膜塑形镜后,基础近视度数与眼轴增加量的关系不同研究有不同的结论:Kakita 等<sup>[18]</sup>发现

表 2 框架镜组和角膜塑形镜组各参数与戴镜 2 年眼轴增加量的单因素线性回归分析

参数	框架镜组(n=70)			角膜塑形镜组(n=73)			P (2 组回归系数比较)
	$\beta$	$R^2$	P	$\beta$	$R^2$	P	
年龄	-0.073	0.37	<0.01	-0.066	0.25	<0.01	<0.05
近视发生年龄	-0.082	0.13	>0.05	-0.073	0.12	<0.05	<0.05
基础近视度数(D)	0.001	0.021	>0.05	0.052	0.048	<0.05	<0.01
入选研究前 2 年每年增加近视度数(D)	0.08	0.01	>0.05	-0.043	0.12	<0.05	<0.05
角膜散光(D)	0.05	0.017	<0.05	-0.004	0.004	>0.05	<0.05
角膜厚度(μm)	-0.032	0.02	>0.05	-0.023	0.015	>0.05	>0.05
角膜曲率(D)	0.009	0.003	>0.05	0.008	0.001	>0.05	>0.05
前房深度(mm)	0.09	0.027	>0.05	-0.015	0.08	>0.05	>0.05
瞳孔直径(mm)	0.04	0.17	>0.05	-0.04	0.12	<0.05	<0.05
基础眼轴长度(mm)	-0.07	0.02	<0.05	-0.06	0.01	<0.05	<0.05

近视度数越高,眼轴控制越好仅发生在高度近视人群。Santodomingo-Rubido等<sup>[12]</sup>发现近视度数越低,控制近视的效果越好。但Charm和Cho<sup>[17]</sup>发现二者无关。可能由于各个研究使用的镜片设计不同导致戴镜后周边离焦量不同<sup>[19-20]</sup>。

### 3.4 角膜散光、瞳孔直径与眼轴增加量的关系

角膜塑形镜组角膜散光与眼轴增加量无关。可能原因是配戴角膜塑形镜后角膜散光大部分被矫正而降低。框架镜组散光越大,眼轴增加量越大。多项研究显示,散光可促进儿童近视的进展,散光越高,近视进展越快<sup>[21-22]</sup>,因为散光患者配戴框架镜后,周边视网膜像存在畸变,成像质量差,且对比度下降。

角膜塑形镜组,瞳孔直径越大,眼轴增加越慢。框架镜组二者无关。Chen等<sup>[23]</sup>,朱梦钧等<sup>[24]</sup>和Santodomingo-Rubido等<sup>[12]</sup>采用不同的研究方法,结果与本研究一致。从周边视网膜离焦理论推测原因:大瞳孔患者光通量更大,有更多的光线进入周边视网膜,造成周边视网膜近视离焦更明显,进而控制眼轴增长。

### 3.5 基础眼轴长度与眼轴增加量的关系

2组的基础眼轴越长,眼轴增加均越慢,但角膜塑形镜组相对框架镜组眼轴增加更慢。眼轴长度和角膜曲率被认为是对屈光状态影响最显著的因素<sup>[25]</sup>。而角膜曲率3岁后基本稳定,眼轴长度对近视的贡献毋庸置疑。本研究2组患者的基础眼轴越长,近视度数越高,配戴角膜塑形镜后视网膜周边离焦越明显,近视控制效果越好。

### 3.6 本研究的不足

本研究用戴镜后眼轴变化代替近视度数的变化,且随访测量眼轴时未停戴镜片。部分近视患者戴角膜塑形镜后眼轴变短,可能因为戴镜后角膜变薄<sup>[26]</sup>、脉络膜增厚<sup>[27]</sup>和机器误差等原因,变短的眼轴会高估角膜塑形镜控制青少年近视的疗效。以后研究当中需要停戴角膜塑形镜至少1个月以上,再观察近视度数的变化。

而且本研究未将影响近视进展速度的其他因素未考虑在内,如父母近视等遗传情况<sup>[9]</sup>、户外活动<sup>[28]</sup>等,需要进一步观察探讨。

综上所述,对于青少年近视患者:女性、年龄越小、近视发生越早、基础近视度数越高、入选研究前2年每年增加的近视度数越快、角膜散光越大、瞳孔直径越大和基础眼轴长度越长的近视患者,配戴角膜塑形镜的效果较框架镜好,而与角膜曲率、角膜厚度和前房深度等无关。

作者贡献声明 符爱存、朱豫:收集数据,参与选题、设计及资料的分

析和解释;撰写论文;对编辑部的修改意见进行修改。吕勇、姬娜:参与选题、设计、资料的分析和解释,修改论文中关键性结果结论,对编辑部的修改意见进行核修。尚利娜、李秀红:参与选题、设计和修改论文的结果结论

### 参考文献:

- [1] Vitale S, Cotech MF, Sperduto R, et al. Costs of refractive correction of distance vision impairment in the United States, 1999-2002[J]. Ophthalmology, 2006, 113(12):2163-2170. DOI:10.1016/j.ophtha.2006.06.033.
- [2] Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: refractive and biometric changes[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53(8): 5060-5065. DOI:10.1167/iovs.11-8005.
- [3] Cheng D, Schmid KL, Woo GC, et al. Randomized trial of effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopic progression: two-year results[J]. Arch Ophthalmol, 2010, 128(1):12-19. DOI:10.1001/archophthalmol.2009.332.
- [4] Correction of Myopia Evaluation Trial 2 Study Group for the Pediatric Eye Disease Investigator Group. Progressive-addition lenses versus single-vision lenses for slowing progression of myopia in children with high accommodative lag and near esophoria [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52(5):2749-2757. DOI:10.1167/iovs.10-6631.
- [5] Walline JJ, Jones LA, Sinnott LT. Corneal reshaping and myopia progression[J]. Br J Ophthalmol, 2009, 93(9):1181-1185. DOI:10.1136/bjophthalmol.2008.151365.
- [6] Katz J, Schein OD, Levy B, et al. A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia[J]. Am J Ophthalmol, 2003, 136(1):82-90. DOI:10.1016/S0002-9394(03)00106-5.
- [7] Parssinen O, Lyyra AL. Myopia and myopic progression among schoolchildren: a three-year follow-up study[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1993, 34(9):2794-2802.
- [8] Twelker JD, Mitchell GL, Messer DH, et al. Children's ocular components and age, gender, and ethnicity[J]. Optom Vis Sci, 2009, 86(8):918-935.
- [9] Pacella R, McLellan J, Grice K, et al. Role of genetic factors in the etiology of juvenile-onset myopia based on a longitudinal study of refractive error[J]. Optom Vis Sci, 1999, 76(6):381-86. DOI:10.1097/00006324-199906000-00017.
- [10] 石一宁,孙烨. 儿童青少年正视化过程监测研究进展[J]. 中国实用眼科杂志,2010,11(11):1166-1170. DOI:10.3760/ema.j.issn.1006-4443.2010.011.003.
- [11] Vogel A, Dick HB, Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intrabserver and interobserver reliability[J]. J Cataract Refract Surg, 2001, 27(12):1961-1968. DOI:10.1016/S0886-3350(01)01214-7.
- [12] Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Factors preventing myopia progression with orthokeratology correction [J]. Optom Vis Sci, 2013, 90(11):1225-1236. DOI:10.1097/OPX.0000000000000034.
- [13] Zhu MJ, Feng HY, He XG, et al. The control effect of orthokeratology on axial length elongation in Chinese children with myopia[J]. BMC Ophthalmol, 2014, 14(1):141. DOI:10.1186/1471-2415-14-141.
- [14] 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[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53(7):3913-3919. DOI:10.1167/iovs.11-8453.

- [15] Cho P, Cheung SW. Retardation of myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53(11):7077-7085. DOI:10.1167/iovs.12-10565.
- [16] 宋艳霞. 角膜塑形镜矫治对眼周边屈光影响的研究[D]. 浙江: 温州医学院, 2010.
- [17] Charm J, Cho P. High myopia-partial reduction ortho-k: a 2-year randomized study[J]. Optom Vis Sci, 2013, 90(6):530-539. DOI:10.1167/iovs.12-10565.
- [18] Kakita T, Hiraoka T, Oshika T. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2011, 52(5):2170-2174. DOI:10.1167/iovs.10-5485.
- [19] 朱梦钧, 冯浩雁, 瞿小妹. 不同光学设计角膜塑形镜控制近视发展的临床观察[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2012, 2(14):82-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2012.02.005.
- [20] Kang P, Gifford P, Swarbrick H. Can manipulation of orthokeratology lens parameters modify peripheral refraction? [J]. Optom Vis Sci, 2013, 90(11):1237-1248. DOI:10.1097/OPX.0b013e31826c1831.
- [21] 李珊珊, 赵蓉, 邱斌, 等. 散光相关性屈光不正近视化状况[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2010, 10(5):367-371. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2010.05.0111.
- [22] Gwiazda J, Grice K, Held R, et al. Astigmatism and the development of myopia in children[J]. Visual Res, 2000, 40(8):1019. DOI:10.1016/S0042-6989(99)00237-0.
- [23] Chen Z, Niu L, Xue F, et al. Impact of pupil diameter on axial growth in orthokeratology[J]. Optom Vis Sci, 2012, 89(11):1636-1640. DOI:10.1097/OPX.0b013e31826c1831.
- [24] 朱梦钧, 冯浩雁, 朱剑锋. 瞳孔直径对角膜塑形镜近视控制作用的影响[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2014, 16(2):84-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.02.006.
- [25] Meng W, Butterworth J, Malecze F, et al. Axial length of myopia: a review of current research[J]. Ophthalmologica, 2011, 225(3):127-134. DOI:10.1159/000317072.
- [26] Soni PS, Nguyen TT, Bonanno JA. Overnight orthokeratology: visual and corneal changes[J]. Eye Contact Lens, 2003, 29(3):137-145.
- [27] Read SA, Collins MJ, Sander BP. Human optical axial length and defocus[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2010, 51(12):6262-6269. DOI:10.1167/iovs.10-5457.
- [28] Dolgin E. The myopia boom[J]. Nature, 2015, 519(7543):276-278. DOI:10.1038/519276a.

(收稿日期:2015-08-07)

(本文编辑:毛文明)

## · 消息 ·

## 免费赠送中华医学会纪念版文献王

**新年回馈新老会员 价值 280 元**

**为百万读者奉上 50000 份大礼, 免费领取, 先到先得。**



中华医学学会成立 100 周年纪念

The 100th Anniversary of Chinese Medical Association

**中华医学学会纪念版文献王**

- 中华医学学会深度定制
- 国内外海量文献馆藏一网打尽
- 智能搜索免费文献全文
- 内嵌全医药学大词典, 一键翻译中英文
- 文献云备份, 随时随地可查看
- 阅读笔记电子化, 随时记录、翻阅文献要点



关注“中华医学网”公众号领取  
或登陆中华医学网 ([www.medline.org.cn](http://www.medline.org.cn)) 领取  
活动咨询电话 010-64405225 (或 64405226)

