

·临床研究·

## 角膜塑形镜控制青少年低中高度近视发展的效果

姚卫兰, 崔冬梅, 李周越, 翟 洲, 王化荣, 方冰兰, 杨 晓  
(中山大学中山眼科中心//眼科学国家重点实验室, 广东 广州 5100600)

**摘要:**【目的】探讨过夜配戴角膜塑形镜(OK镜)治疗青少年轻度、中度及高度近视的效果差异。【方法】前瞻性病例研究。收集54例(107眼)青少年近视患者,平均年龄( $11.6 \pm 2.4$ )岁,按患者戴镜前等效球镜度分为低度近视组(51眼,  $-0.75 \sim -3.00$  D)、中度近视组(36眼,  $-3.25 \sim -5.00$  D)及高度近视组(20眼,  $-5.25 \sim -9.00$  D)。观察配戴前1天及配戴1年后3组内及组间等效球镜度、中央角膜厚度、角膜曲率、前房深度和眼轴变化。【结果】轻度近视组、中度近视组及高度近视组基线平均等效球镜度(D)分别为 $-2.15 \pm 0.63$ 、 $-4.20 \pm 0.54$ 和 $-6.63 \pm 1.18$ ;三组基线眼轴(mm)分别为 $24.50 \pm 0.66$ 、 $25.16 \pm 0.65$ 及 $26.35 \pm 0.87$ 。三组患者基线中央角膜厚度、前房深度、中央角膜K值、平K值及陡K值差异均无统计学意义。戴镜1年后3组眼轴增长值(mm)分别为 $0.22 \pm 0.27$ 、 $0.09 \pm 0.22$ 和 $0.02 \pm 0.22$ ;其中低度近视组与中度近视组、高度近视组相比,组间眼轴增长值差异有统计学意义( $P$ 值分别为0.04、0.008),中度近视组与高度近视组两组间眼轴增长值差异无统计学意义( $P$ 值为0.35)。三组戴镜1年后等效球镜度显著下降,3组内差异均有统计学差异( $P$ 均 $< 0.0001$ ),低度近视组与中度、高度近视组间差异具有统计学意义( $P$ 均 $< 0.0001$ )。1年前后3组中央角膜K值、平K值、陡K值均明显变平坦,组内差异比较均有统计学差异( $P$ 均 $< 0.0001$ )。中央角膜厚度、前房深度及角膜直径1年前后差异无统计学意义。【结论】中高度近视者采用角膜塑形镜控制近视的作用较低度近视更优。角膜曲率改变的量可能是影响OK镜近视治疗效果的主要因素之一。

**关键词:**角膜塑形镜;近视;眼轴长度

中图分类号:R778.1

文献标志码:A

文章编号:1672-3554(2017)04-0532-06

### Effect of Orthokeratology on Low, Middle, and High Myopia in Chinese Teenagers

YAO Wei-lan, CUI Dong-mei, LI Zhou-yue, ZHAI Zhou, WANG Hua-rong, FANG Bing-lan, YANG Xiao  
(State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China)

Correspondence to: YANG Xiao, E-mail: yangxiao3366@gmail.com

**Abstract:** 【Objective】 This prospective study was conducted to assess the influence of overnight orthokeratology (OK) on low, middle and high myopia in southern Chinese teenagers. 【Methods】 Fifty-four subjects (107 eyes, age  $11.65 \pm 2.44$  years, mean $\pm$ SD) who matched the inclusion criteria for OK were enrolled in the study. The subjects were divided into three groups according to the different refraction baseline (low myopia group:  $0.75 \sim 3.00$  D, 51 eyes; middle myopia group:  $3.25 \sim 5.00$  D, 36 eyes; high myopia group:  $5.25 \sim 9.00$  D, 20 eyes). Refraction, central corneal thickness, corneal keratometry, anterior chamber depth and axial length (AL) were measured at baseline and after 1 years using ocular biometry. The changes were evaluated and compared among the groups. Results were analyzed by SPSS 17.0 software. 【Results】 Fifty-four subjects (total 107 eyes) completed the 1-year follow-up examinations. At baseline, the spherical equivalent refractive error (SER) was  $-2.15 \text{ D} \pm 0.63 \text{ D}$ ,  $-4.20 \text{ D} \pm 0.54 \text{ D}$ , and  $-6.63 \text{ D} \pm 1.18 \text{ D}$  in three groups. The axial length was ( $24.50 \pm 0.66$ ) mm, ( $25.16 \pm 0.65$ ) mm, and ( $26.35 \pm 0.87$ ) mm in the three groups, respectively. There were no significant differences among the groups in initial central corneal thickness, anterior chamber depth, central, flat and steep keratometry. The increase in axial length during the 1-year study period was ( $0.22 \pm 0.27$ ) mm, ( $0.09 \pm 0.22$ ) mm and ( $0.02 \pm 0.22$ ) mm in three groups, respectively, and the difference was significant between low myopia group and middle myopia group ( $P = 0.04$ ), low myopia group and high myopia group ( $P = 0.008$ ), whereas no significant difference was found between

收稿日期:2017-01-02

基金项目:国家自然科学基金(81200716)

作者简介:姚卫兰, 硕士, 研究方向:近视眼预防与控制, E-mail: wweillanyao@163.com; 杨晓, 通信作者, E-mail: yangxiao3366@gmail.com

com

middle myopia group and high myopia group ( $P = 0.35$ ). Spherical equivalence decreased dramatically in three groups after one year (all  $P < 0.0001$ ). And the difference was significant between low myopia group and middle myopia group ( $P < 0.0001$ ), low myopia group and high myopia group ( $P < 0.0001$ ). Central, flat and steep keratometry after one year became flatten in all group (all  $P < 0.0001$ ). There were no significant differences in the change of central corneal thickness, anterior chamber depth and corneal diameter. 【Conclusions】 OK lens is more effective in middle and high myopia control than in the low myopia control. The change in corneal keratometry may be one of the main factors influencing the OK treatment effect.

**Key words:** orthokeratology; myopia; axial length

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2017, 38(4):0532-0537;555]

屈光不正是致盲的主要原因之一,被世界卫生组织及国际防盲协会列为“视觉2020”行动的重点项目之一<sup>[1]</sup>,而近视是最常见的屈光不正类型。亚洲近视发病率高于其他地区<sup>[2]</sup>,尤其是我国,近视发病率的持续升高给青少年健康带来严重危害。目前研究<sup>[3-5]</sup>发现角膜塑形镜(OK镜)能有效控制中低度近视发展。然而,对于OK镜控制高度近视的有效性及其低、中、高度近视的效果差异报道的文献极少。Holden等<sup>[6]</sup>提到既往研究中30.5%的研究将屈光度数 $< -6.0$  D定义为高度近视,35.6%的研究将屈光度数 $< -5.0$  D为高度近视。本研究选择后者作为高度近视的标准,通过比较分析低、中、高度近视患者配戴OK镜前后的屈光度、眼轴等变化,了解OK镜在不同近视度数青少年中的治疗效果差异。

## 1 材料与方法

### 1.1 患者资料

本研究在中山大学中山眼科中心经伦理委员会批准、遵循赫尔辛基宣言的前提下,告知受试者及其家长检查、治疗的内容及目的,签署知情同意后书后进行。选取2014年1-12月在中山眼科中心就诊的青少年近视患者54例(107眼,其中1人为单眼低度近视)作为研究对象,平均年龄( $11.2 \pm 2.4$ )岁。入选标准如下:①年龄介于7~18岁;②双眼最佳矫正视力均 $\geq 1.00$ (logMAR, Snellen视力表20/20);③单/双眼等效球镜度介于 $-0.75 \sim -9.00$  D;双眼散光均 $< 1.50$  D;双眼屈光参差 $< 1.50$  D;④无双眼视异常;⑤无近视治疗史(单光框架眼镜除外),无OK镜或其他角膜接触镜配戴史;⑥无影响视力、近视发生发展、角膜塑形镜验配的药物使用史及眼部、全身疾病史;⑦能够按时复查,完成为期1年的研究。

### 1.2 镜片选择

采用美国E&E公司的夜戴型角膜塑形镜,镜片材料:Boston XO(透氧量系数Dk/L:100/Fatt; Bausch & Lomb Boston, Wilmington, MA),镜片直径:10.0~10.6 mm。镜片为逆几何学设计,每日配戴6~8 h。

### 1.3 检查仪器及方法

采用日本Topcon公司的KR-8800自动验光仪检查屈光度。戴镜前1天双眼结膜囊滴1%环戊酮滴眼液散瞳,每15 min一次,滴眼后闭眼休息,30 min后验光。等效球镜度=球镜度+1/2柱镜度。戴镜1年后,摘镜后同法行验光检查。

眼轴测量采用德国Zeiss公司的IOL-Master。使用德国Zeiss公司995型号角膜地形图仪测量角膜曲率。所有检查重复4次,取其平均值。采用德国Zeiss公司生产的70900型号Pentacam测量角膜前表面曲率半径、角膜直径、角膜厚度和前房深度。在角膜地形图的切线图模式下定位角膜顶点为参照点(0点),分别计算水平径线上9个点(鼻侧4 mm到颞侧4 mm范围内,测量间距为1 mm)的角膜曲率半径(单位:mm)。统计分析戴镜前与戴镜1年后9个点角膜曲率半径的差异。连续测量中央角膜厚度3次,记录平均值。测量中央角膜内皮至晶体前囊膜的直线距离作为前房深度,记录最大值。

所有入组者在戴镜前1天及戴镜1年后均需完成以上全部检查。除此之外,所有入组者还需完成戴镜后1天、1周、1月及每3月1次的常规随访,以保证戴镜的有效性和安全性。如戴镜后仍有残余屈光度,则需日间配戴框架眼镜进行补偿。其中低、中度近视组均不需框架镜补偿,而高度近视组中70%患者需要日间佩戴框架镜。

### 1.4 统计分析

采用SPSS17.0软件进行数据分析。各组内

戴镜前及戴镜1年后数据统计使用配对 *t* 检验。各组间数据分析采用单因素方差分析。所有统计值均以  $P < 0.05$  作为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者基本资料

入选患者共54人(107眼),范围年龄7~18岁,平均( $11.6 \pm 2.4$ )岁,所有患者均完成了为期1年的研究。根据基线等效球镜度将患者分为3组:低度近视组(51眼,  $-0.75 \sim -3.00$  D)、中度近视组(36眼,  $-3.25 \sim -5.00$  D)及高度近视组(20眼,  $-5.25 \sim -9.00$  D)。基线测量数据见表1。

### 2.2 戴镜前与戴镜1年后等效球镜度与眼轴

经过1年戴镜治疗,低、中、高近视组等效球镜度分别降至( $-0.11 \pm 0.32$ )D、( $-0.30 \pm 0.67$ )D及( $-1.10 \pm 1.05$ )D;裸眼视力(logMAR)分别提高了( $0.70 \pm 0.24$ )、( $0.89 \pm 0.18$ )及( $0.54 \pm 0.31$ );等效球镜度下降值及裸眼视力提高值三组内、组间比较差异均有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ )。1年后眼轴增长三组分别为( $0.22 \pm 0.27$ )mm、( $0.09 \pm 0.22$ )mm和( $0.02 \pm 0.22$ )mm;其中低度近视组与中度近视组、高度近视组相比,组间眼轴增长值差异有统计学意义( $P$ 值分别为0.04、0.008),中度近视组与高度近视组眼轴增长值差异无统计学意义( $P$ 值为0.35)。高度近视组中需日间佩戴框架镜者与无需框架镜矫正者相比,1年眼轴增长值差异无统计学意义( $P = 0.54$ )。

表1 戴镜前各组参数及平均值

Table 1 Baseline data and the average of subjects

	Low myopia group	Middle myopia group	High myopia group	Total
Eyes	51	36	20	107
Refraction/D	$-2.15 \pm 0.63$	$-4.20 \pm 0.54$	$-6.63 \pm 1.18$	$-3.68 \pm 1.84$
Vision (logMAR)	$0.20 \pm 0.23$	$0.07 \pm 0.21$	$0.03 \pm 0.20$	$0.13 \pm 0.23$
Central K/D	$43.47 \pm 1.45$	$44.17 \pm 1.21$	$43.31 \pm 1.30$	$43.68 \pm 1.34$
Flat K/D	$42.87 \pm 1.32$	$43.04 \pm 1.23$	$42.39 \pm 1.47$	$42.83 \pm 1.33$
Steep K/D	$43.91 \pm 1.45$	$44.28 \pm 1.42$	$43.98 \pm 1.55$	$44.05 \pm 1.45$
Axial length/mm	$24.50 \pm 0.66$	$25.16 \pm 0.65$	$26.35 \pm 0.87$	$25.06 \pm 0.98$
Corneal thickness/ $\mu\text{m}$	$581 \pm 37$	$569 \pm 39$	$554 \pm 24$	$572 \pm 32$
Anterior chamber depth/mm	$3.47 \pm 0.32$	$3.48 \pm 0.54$	$3.53 \pm 0.49$	$3.48 \pm 0.45$
Corneal diameter/mm	$12.08 \pm 0.37$	$12.07 \pm 0.36$	$12.24 \pm 0.32$	$12.11 \pm 0.35$
Age/years	$10.2 \pm 1.5$	$11.3 \pm 1.7$	$12.2 \pm 2.4$	$11.6 \pm 2.4$

### 2.3 戴镜前与戴镜1年后的中央角膜K值、平K值、陡K值

1年后三组中央角膜K值、平K值、陡K值均明显变平坦,组内差异均有统计学意义( $P$ 均 $< 0.0001$ );其中低度近视组中央角膜K值与中、高度近视两组相比,差异有统计学意义( $P$ 均 $< 0.0001$ ),中、高度近视组间比较差异无统计学意义( $P = 0.52$ )。低、中度近视组平K值及低、高度近视组陡K值组间差异有统计学意义( $P$ 值分别为0.02、0.01)。中央角膜厚度戴镜1年前后比较差异无统计学意义(低、中、高度近视组  $P$ 值分别为0.80、0.54、0.58)。三组前房深度及角膜直径1年前后比较差异无统计学意义(图1、2)。

在OK镜治疗1年间,仅有13眼出现过轻微

的角膜点染,经停戴OK镜3~7d、局部应用角膜营养药物治疗后消失,可以继续戴镜治疗。整个治疗期间未发现角膜上皮大片脱落及角膜炎等严重并发症。

## 3 讨论

近几十年来我国近视发病率急剧上升<sup>[7]</sup>,北京一项研究<sup>[8]</sup>发现近视及高度近视发病率分别为64.9%、4.3%,而上海的一项研究<sup>[9]</sup>发现大学生近视及高度近视发病率高达95.5%、19.5%。近视可导致多种眼部疾病并最终可能致盲<sup>[10-12]</sup>,如视网膜脱离、白内障、青光眼、黄斑变性等等,而这些并发症的发生率随着近视度数增长、眼轴拉长而增

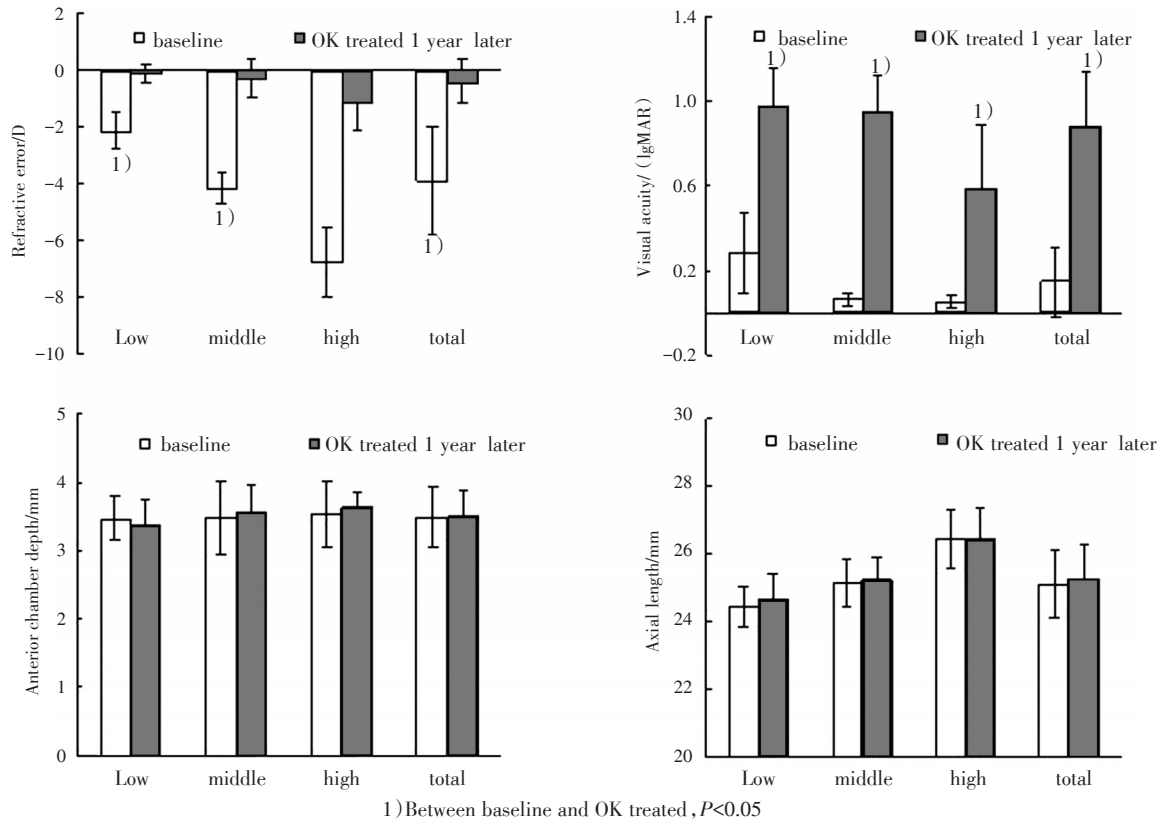


图1 戴镜1年前后3组患眼等效球镜度、视力、前房深度、眼轴长度变化比较

Fig.1 Effect of orthokeratology on refractive error, visual acuity, anterior chamber depth, axial length of low, middle, high myopia group for one year

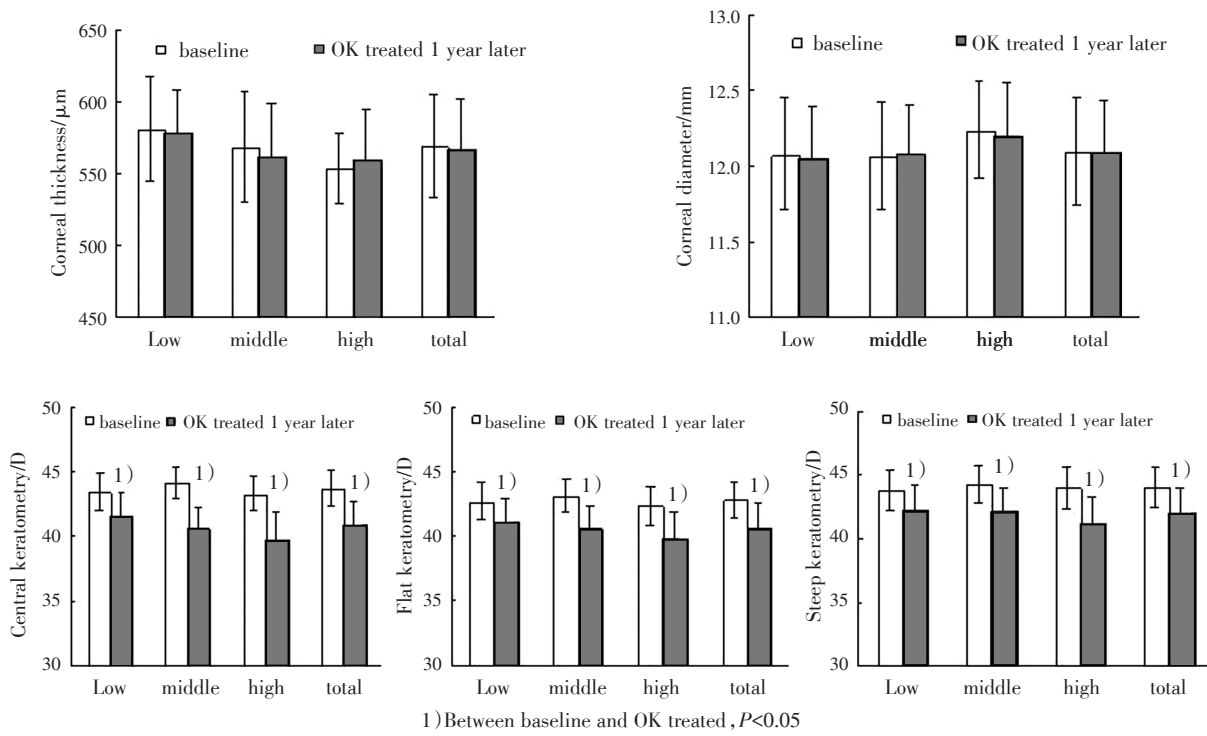


图2 治疗1年前后3组患者角膜厚度、角膜直径、中央角膜K值、平K值及陡K值变化比较

Fig.2 Effect of orthokeratology on corneal thickness, corneal diameter, central, flat and steep keratometry of low, middle, high myopia group for one year

加。控制近视发展、避免严重近视并发症已迫在眉睫。目前最常用于近视控制的方法包括双光镜、渐进镜、阿托品、角膜塑形镜等<sup>[13-18]</sup>。其中,阿托品被证实为能有效控制近视发展的一种方法,但它带来的畏光、近视力模糊、眼内压增高等并发症极大地限制了其在临床中的应用。

既往研究发现近视患者眼球呈扁椭圆形(即后极部眼球增长过多,而赤道部相对较短),与正视患者相比具有更高的周边相对远视,而周边屈光状态在屈光发育,尤其是在近视发生发展中起着非常重要的促进作用<sup>[19-21]</sup>。OK镜通过其反几何多边形设计,使角膜从中央陡、周边平的形态变为中央平、周边陡的形态,从而使近视患者的中央屈光度正视化、周边屈光度近视化,降低周边远视性离焦,抑制近视发展<sup>[22-25]</sup>。本研究结果显示,经过1年的OK镜配戴,患者裸眼视力显著提高,中央角膜K值、平K值、陡K值均明显变平坦,平均屈光度显著降低,且在中、高度近视组中中央角膜K值及平均屈光度降低更显著,戴镜1年后的眼轴控制更理想。尽管高度近视组患者戴镜后裸眼视力(logMAR)为(0.59 ± 0.30),仍有(-1.10 ± 1.05)D近视残留,有70%患者需日间框架眼镜矫正,但需戴框架镜患者与无需框架镜矫正患者相比,1年眼轴增长并无统计学差异( $P = 0.54$ )。中、高度近视发展控制相对理想,考虑是由于中、高度近视患者眼球更呈扁椭圆形,周边远视性离焦更显著,角膜塑形后产生的周边远视性离焦减少的效应更大,控制近视效果好。反之,低度近视患者,眼轴相对正常,眼球呈球形,周边的远视性离焦少,角膜塑形后产生的减少周边远视性离焦的效应不明显,抑制近视发展的作用相对弱。既往研究<sup>[26]</sup>亦提示角膜曲率改变的量与近视控制效果呈

正相关关系,角膜曲率改变的量越大,抑制眼轴增长的效果越明显。本研究发现中、高度近视组角膜陡K值与平K值改变量组间差异没有统计学意义( $P = 0.52$ ),但均比低度近视组大,提示角膜曲率改变量不同是影响本研究结果的主要因素之一。

非接触光学相干生物测量仪(IOLMaster)可精确测量眼轴,可重复性好,具有A超生物测量无法比拟的优势,尤其适合青少年眼轴测量<sup>[27]</sup>。既往研究显示眼轴增长与研究对象的基线年龄、屈光度有关,10岁以下儿童眼轴增长更快,眼轴增长随年龄增长而变缓<sup>[28-29]</sup>;高度近视患者的眼轴增长较低度近视患者慢<sup>[30-32]</sup>。本研究结果显示低、中、高度近视组在配戴OK镜1年后眼轴变化均不大,治疗前后的眼轴差异比较均无统计学意义( $P$ 值分别为0.213、0.623、0.946);中、高度近视组眼轴增长值明显低于低度近视组,差异有统计学意义( $P$ 值分别为0.04、0.008)。表2为本研究及既往研究结果,既往研究结果均证实OK镜可有效延缓眼轴增长、控制近视发展;本研究虽然未设计空白对照组,但通过与既往研究结果相比,提示本研究OK镜能有效控制近视患者眼轴发展,且对中、高度近视患者效果更佳。

本研究的1年治疗过程中仅有13眼发生过轻微角膜点染,未发现OK镜配戴的严重并发症。出现角膜点染考虑可能原因为戴镜时间过长、镜片黏附,镜片沉淀、磨损,代谢产物堆积等。通过定期检查、及时合理处理,可有效控制或避免该并发症发生。经过1年治疗,三组角膜中央厚度均未发生明显改变,差异无统计学意义。OK镜治疗时应严格按照适应征验配,规范操作程序,定期复查,以保证长期戴镜的安全性。

综上所述,中高度近视者采用角膜塑形镜控

表2 本研究与既往研究结果

Table 2 Studies on myopic control using OK

	Kakita et al <sup>[31]</sup> 2011	Cho et al <sup>[3]</sup> 2012	Hiraoka et al <sup>[33]</sup> 2012	Santodomingo- Rubido et al <sup>[4]</sup> 2012	Charm et al <sup>[5]</sup> 2013	Current Study 2014		
Age/years	12(8 ~ 16)	9(7 ~ 10)	10(8 ~ 12)	10(6 ~ 12)	10(8 ~ 11)	10(7 ~ 18)	11(7 ~ 18)	12(7 ~ 18)
Nation	Japanese	Chinese	Japanese	White European	Chinese	Chinese		
Initial SER/D	2.55	2.05	1.89	2.15	6.38	2.15	4.20	6.63
	0.50 ~ 10.00	0.50 ~ 4.00	0.50 ~ 5.00	0.75 ~ 4.00	5.75 ~ 8.25	0.75 ~ 3.00	3.25 ~ 5.00	5.25 ~ 9.00
Baseline AL/mm	24.66 ± 1.11	24.48 ± 0.71	24.09 ± 0.77	24.09 ± 0.77	26.05 ± 0.80	24.50 ± 0.66	25.16 ± 0.65	26.35 ± 0.87
Increase in AL after 1 year/mm	0.20	0.20	0.19	0.15	0.06	0.22	0.09	0.02

制近视的作用较低度近视更优。角膜曲率改变的量可能是影响OK镜近视治疗效果的主要因素之一。OK镜控制中、高度近视的长期效果仍需进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] Pararajasegaram R. VISION 2020—the right to sight: From strategies to action[J]. *Am J Ophthalmol*, 1999, 128(3):359–360.
- [2] Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32(1):3–16.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] Charm J, Cho P. High myopia—partial reduction ortho-k: A 2-year randomized study [J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(6):530–539.
- [6] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(9):1036–1042.
- [7] Xiang F, He M, Zeng Y, et al. Increases in the prevalence of reduced visual acuity and myopia in Chinese children in Guangzhou over the past 20 years [J]. *Eye (Lond)*, 2013, 27(12):1353–1358.
- [8] You QS, Wu LJ, Duan JL, et al. Prevalence of myopia in school children in greater Beijing: The Beijing Childhood Eye Study [J]. *Acta Ophthalmol*, 2014, 92(5):398–406.
- [9] Sun J, Zhou J, Zhao P, et al. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(12):7504–7509.
- [10] Gomez-Resa M, Bures-Jelstrup A, Mateo C. Myopic traction maculopathy [J]. *Dev Ophthalmol*, 2014, 54(9):204–212.
- [11] Hayashi W, Shimada N, Hayashi K, et al. Retinal vessels and high myopia [J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(4):791–791.
- [12] Chen SJ, Lu P, Zhang WF, et al. High myopia as a risk factor in primary open angle glaucoma [J]. *Int J Ophthalmol*, 2012, 5(6):750–753.
- [13] Fulk GW, Cyert LA, Parker DE. A randomized clinical trial of bifocal glasses for myopic children with esophoria: Results after 54 months [J]. *Optometry*, 2002, 73(8):470–476.
- [14] 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.
- [15] Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children [J]. *Ophthalmology*, 2011, 118(6):1152–1161.
- [16] Li SM, Wu SS, Kang MT, et al. Atropine slows myopia progression more in Asian than white children by meta-analysis [J]. *Optom Vis Sci*, 2014, 91(3):342–350.
- [17] Ummer S, Tibrewal S, Ramappa M, et al. Atropine for treatment of myopia [J]. *Ophthalmology*, 2012, 119(12):2653–2657.
- [18] Tong L, Huang XL, Koh AL, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine [J]. *Ophthalmology*, 2009, 116(3):572–579.
- [19] Smith EL 3rd, Ramamirtham R, Qiao-Grider Y, et al. Effects of foveal ablation on emmetropization and form-deprivation myopia [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48(9):3914–3922.
- [20] Kang P, Gifford P, McNamara P, et al. Peripheral refraction in different ethnicities [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010, 51(11):6059–6065.
- [21] Smith EL 3rd, Hung LF, Huang J. Relative peripheral hyperopic defocus alters central refractive development in infant monkeys [J]. *Vision Res*, 2009, 49(19):2386–2392.
- [22] Reinstein DZ, Gobbe M, Archer TJ, et al. Epithelial, stromal, and corneal pachymetry changes during orthokeratology [J]. *Optom Vis Sci*, 2009, 86(8):E1006–1014.
- [23] Zhong X, Chen X, Xie RZ, et al. Differences between overnight and long-term wear of orthokeratology contact lenses in corneal contour, thickness, and cell density [J]. *Cornea*, 2009, 28(3):271–279.
- [24] Kang P, Swarbrick H. Peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology and gas-permeable lenses [J]. *Optom Vis Sci*, 2011, 88(4):476–482.

(下转第555页 to page 555)