

中低度近视儿童/青少年长期配戴角膜塑形镜后 角膜安全性的前瞻性研究*

陈晓航^{1,2}, 熊燕³, 王将栏^{1,2}, 杨必^{1,2,3}, 刘陇黔^{1,2,3△}

1. 四川大学华西临床医学院 眼视光学系(成都 610041); 2. 四川大学华西医院 眼视光学与视觉科学教研室(成都 610041);

3. 四川大学华西医院 眼科(成都 610041)

【摘要】目的 观察中低度近视儿童/青少年在长期配戴角膜塑形镜后,其角膜完整性、角膜内皮细胞可能出现的变化及相关变化的节点,探讨长期配戴角膜塑形镜的安全性,为受试者配戴角膜塑形镜的安全评估提供参考。**方法** 开展为期3年的前瞻性研究,在四川大学华西医院隐形眼镜门诊招募并纳入受试者。分别于受试者戴镜前,戴镜后1个月、3个月、6个月检测一次,之后每三个月测量一次数据直至36个月,检测中央区角膜厚度(CCT)、角膜内皮细胞密度(ECD)、六角形细胞比(HEX)等的变化,记录戴镜者每次随访时角膜荧光染色结果,若观察到角膜染色,采用Efron分级标准进行分级并做相应处理。**结果** 本研究共纳入33例(66眼)受试者,戴镜1周内受试者戴镜后报告双眼异物感、流泪15例(46.2%),适应后症状消失,未进行干预。随访期内共出现双眼角膜染色31例(93.94%),其中24例(72.73%)角膜染色为G0级,5例(15.15%)为G I, 2例(6.06%)为G II级,对G I 和G II 角膜染色进行相应临床处理。本研究中受试者的角膜内皮细胞密度与年龄呈反比($r=-0.380, P=0.002$),随访期间,受试者左眼ECD从戴镜第24个月开始、右眼ECD从戴镜第27个月开始较基线值下降($P<0.05$),CCT结果显示CCT在戴镜后1个月变薄($P<0.05$),后续CCT呈现稳定趋势。**结论** 经过3年长期随访,中低度近视儿童/青少年在长期配戴角膜塑形镜后未发生任何严重角膜并发症,戴镜24个月以后双眼ECD开始下降,戴镜1个月后CCT降低。

【关键词】 角膜内皮 角膜厚度 安全性 角膜塑形镜

Prospective Study on Corneal Safety Evaluation of Children/Adolescents with Low and Moderate Myopia after Long-Term Orthokeratology CHEN Xiao-hang^{1,2}, XIONG Yan³, WANG Jiang-lan^{1,2}, YANG Bi^{1,2,3}, LIU Long-qian^{1,2,3△}

1. Department of Optometry and Visual Science, West China School of Medicine, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Laboratory of Optometry and Vision Science, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. Department of Ophthalmology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: b.q15651@hotmail.com

【Abstract】 Objective To observe the possible changes in the integrity of the cornea and corneal endothelial cells of children/adolescents with low or moderate myopia after long-term wearing of orthokeratology (ortho-k) lenses, as well as the time when the relevant changes occur, so as to evaluate the safety of long-term wearing of ortho-k lens and to provide a reference for the safety evaluation of subjects wearing ortho-k lenses. **Methods** Subjects were recruited in the Contact Lens Clinic, West China Hospital, Sichuan University for a three-year prospective study. Ortho-k of the same brand was matched for the subjects. The central corneal thickness (CCT), corneal endothelial cell density (ECD), and hexagonal cell ratio (HEX) were measured prior to the wearing of ortho-k lenses and after wearing ortho-k lenses for 1 month, 3 months, 6 months, and every 3 months until 36 months. The results of corneal fluorescence staining were recorded during each follow-up. When corneal staining was observed, the Efron grading standard was used for grading and corresponding treatment was given. **Results** A total of 33 (66 eyes) myopic patients were included in the study. 15 cases (46.2%) reported having binocular foreign body sensations and tearing within the first week of wearing the lenses. After the subjects became adapted to wearing the lenses, the symptoms disappeared without intervention. During the follow-up period, 31 cases (93.94%) of binocular corneal staining were observed, of which, 24 cases (72.73%) were graded as G0, receiving no treatment, 5 cases (15.15%) were graded as G I, and 2 cases (6.06%) were graded as G II. Corresponding clinical treatment for corneal staining was given to the G I and G II subjects. This study found that the corneal ECD was inversely proportional to age ($r=-0.380, P=0.002$). During the three-year follow-up period, the subjects' left eye ECD decreased from the baseline at 24 months and the right eye ECD decreased from the baseline at 27 months ($P<0.05$). The CCT results in the subjects showed that CCT became thinner at 1 month after wearing the lens ($P<0.05$), but the follow-up CCT showed a stable trend. **Conclusion** After three years of long-term follow-up, no serious corneal complications occurred in children/adolescents with moderate and low myopia after long-term wearing of ortho-k lens.

* 四川省科技厅科技支撑计划项目(No. 2021YFS0211)资助

△ 通信作者, E-mail: b.q15651@hotmail.com

The corneal ECD of both eyes started decreasing 24 months after wearing the ortho-k lenses and the CCT decreased 1 month after wearing the lenses.

【Key words】 Corneal endothelium Corneal thickness Safety evaluation Orthokeratology

角膜塑形镜是一种逆几何设计的硬性透氧性角膜接触镜,角膜塑形术在非手术可逆性控制近视增长方面具有其独特的优越性^[1-2],临床应用范围较广^[3-5],早期角膜塑形镜的临床应用报告了发生角膜相关并发症的病例^[6-9]。目前因配戴角膜塑形镜导致的角膜损伤主要包括角膜点状或线状上皮损伤、角膜浸润等^[10-11]。除此以外,研究发现配戴角膜塑形镜后角膜内皮细胞密度可能有一定的波动^[12-13],角膜内皮厚度^[14-15]也因为戴镜有一定的改变,但开始产生上述改变的时间节点还没有明确,这些与长期配戴角膜塑形镜是否有直接关系,长期的配戴是否会造成角膜组织的改变,影响角膜本身的生理功能,还需要更多的前瞻性研究进行严密随访加以证实。角膜塑形镜在近视防控手段中具有重要地位,本研究拟通过长期随访角膜塑形镜配戴者,观察其角膜的损伤情况和角膜内皮细胞的变化,观察角膜内皮在配戴角膜塑形镜后可能出现的变化及相关变化的节点,为临床进行角膜塑形镜的监管和随访提供参考,保证儿童/青少年近视防控手段的安全有效性和儿童/青少年近视防控工作的顺利进行。

1 对象和方法

1.1 主要试剂和仪器

非接触式眼压计(Canon TX-20, 日本);角膜地形图仪(TOMEY TMS-4, 日本);角膜内皮显微镜(TOPCON SP-1P, 日本);眼部光学生物测量仪(ZEISS IOL Master 500, 德国);主觉验光仪(NIDEK RT-600, 日本);裂隙灯显微镜(TOPCON SL-1E, 日本);荧光素钠眼科检测试纸(天津晶明新技术开发有限公司, 中国);生理盐水(法适宝生理盐水, 法国);玻璃酸钠滴眼液(URSAPHARM Arzneimittel GmbH, 德国)。

1.2 研究对象

本研究于2017年1月-2018年6月在四川大学华西医院隐形眼镜门诊进行患者招募,研究获得四川大学华西医院生物医学伦理分委会批准(2017年审43号),在研究开始前由研究人员向受试者和监护人解释本研究内容及目的,获得所有受试对象和监护人知情同意后方可纳入本研究。

纳入标准:本研究纳入年龄在7~18岁的近视儿童/青少年,受试者必须为初次配戴角膜塑形镜,睫状肌麻痹验光后散光不高于1.50 D,等效球镜度数(spherical equivalent refraction, SE) ≥ -5.00 D;依从性较佳,能接受

定期复诊者。排除标准:①有接触镜配戴禁忌症者(如干眼、睑板腺功能障碍、眼睑闭合不全、过敏性鼻炎等);②眼部外伤手术史;③对睫状肌麻痹药物(复方托吡卡胺滴眼液)或接触镜护理液严重过敏者;④患有斜视、弱视或眼部其它疾病者;⑤患有如糖尿病、唐氏综合征等全身疾病者。

1.3 角膜塑形镜验配和随访管理

按照纳入排除标准筛选受试者,采集基线指标,包括中央区角膜厚度(CCT)、角膜内皮细胞密度(ECD)、角膜内皮细胞六角形比例(HEX)等参数。

参照2016年发表的角膜塑形镜验配标准^[16],为患者进行标准化镜片验配。为减少不同品牌之间的差异和效果,将因镜片设计不同导致的测量结果不同这类差异最小化,本研究中所有受试者配戴角膜塑形镜均采用欧几里德五弧VST设计角膜塑形镜(Euclid Systems Corporation, USA),镜片材料为oprifocon A,透氧系数Dk为85(Polarographic ISO/Fatt method),镜片中央厚度为(0.22±0.02) mm,镜片直径为10.0~11.4 mm。

嘱患者于戴镜后1个月开始每3个月随访一次,直至36个月随访结束。夜间佩戴时间8~10 h。每次随访均采集CCT、ECD、角膜内皮细胞六角形比例等参数,并评估角膜损伤和镜片完整度,若有异常则进行干预处理。所有指标均由同一检查者在相同操作环境下完成。

1.4 角膜染色

受试者取镜后接受规范化摘戴镜及镜片护理培训,嘱受试者按照前述复查随访频率在晨起摘镜后2 h内到院复诊,检查戴镜者镜片状况和角膜染色情况,对受试者角膜染色评估分级方法采用Efron grading scales,分为0~Ⅳ级,共5级^[17],若有角膜染色,先进行染色评级并判断导致染色原因再进行处理,对于Ⅱ级及以上染色建议停戴镜片,辅以上皮生长因子、抗生素等,必要时更换镜片(Ⅱ级以下视情况处理)。

1.5 统计学方法

计量资料采用Shapiro-Wilk法进行正态性检验。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的计量资料采用中位数(P_{25} , P_{75})表示。采用广义估计方程进行重复测量资料的趋势分析。同一眼不同时间节点及同一时间节点双眼间角膜厚度和内皮细胞计数差异分析采用Bonferroni法,相关性分析采用Pearson(正态)或Spearman(非正态)相关分析。 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本信息

研究共招募36例受试者,其中3例因不耐受角膜塑形

镜未纳入,共有33例受试者进入本研究进行随访。受试者中位年龄10(9,11)岁,平均身高(142.2±7.4) cm,其中男性17例(51.5%),余基线数据见表1。受试者眼轴均值约为24.6 mm,角膜中央区平均厚度为0.521 mm。

表1 受试者基线数据值及分布 (n=33)

Table 1 Baseline data of the subjects (n=33)

Characteristic	Right eye	Left eye
SE _D /D, median (P ₂₅ , P ₇₅)	-2.500 (-3.375, -2.000)	-2.500 (-3.250, -1.500)
IOP/mmHg, median (P ₂₅ , P ₇₅)	15.700 (14.000, 16.800)	15.600 (13.700, 17.600)
AL/mm, $\bar{x} \pm s$	24.659±0.827	24.640±0.834
CCT/mm, median (P ₂₅ , P ₇₅)	0.521 (0.511, 0.531)	0.521 (0.511, 0.531)
ECD/(cells/mm ²), $\bar{x} \pm s$	3 151.450±299.100	3 201.470±241.360
HEX/%, $\bar{x} \pm s$	68.6±9.9	65.6±11.7

SE_D: Spherical equivalent refraction; IOP: Intraocular pressure; AL: Axial length; CCT: Central corneal thickness; ECD: Endothelial cell density; HEX: Percentage of hexagonal cells. 1 mmHg=0.133 kPa.

2.2 不良事件记录

随访期间所有受试者在戴镜期间均未发生角膜炎、角膜溃疡等严重角膜病变或相关并发症。

随访期内产生的轻微症状及不良事件如下:①戴镜后报告单眼异物感30例(其中双眼异物感15例)、流泪2例,结膜充血1例,均发生在首次戴镜后1周,自行适应后症状消失,未进行干预。②在随访期内共发生双眼角膜染色31例,24例G0级未进行处理。5例G I级,在排除染色原因后嘱受试者适当停戴再戴镜。2例G II级,排除染色原因后嘱受试者停戴镜片,辅之上皮生长因子药物,复诊角膜恢复后继续戴镜,戴镜前再次接受规范化摘戴镜片及护理培训。③戴镜1个月后有2例受试者出现角膜3.9点染色,原因可能为受试者泪液较少,夜间镜片下泪液交换不足,嘱受试者白天加滴两次玻璃酸钠滴眼液,戴镜1个月后复诊。④戴镜1年时有2例受试者首次出现角结膜压痕,1例出现晚间视力回退现象,结合受试者眼轴变化情况,嘱受试者停戴1个月,进行换片处理。停戴后重新进行验配,配戴新镜片后相关症状消失。

2.3 角膜内皮变化

研究发现受试者戴镜前ECD与年龄呈负相关($r=-0.380$, $P=0.002$)。见图1。

受试者配戴角膜塑形镜前,双眼的ECD分别为右眼:(3 151.450±299.100)个/mm²,左眼:(3 201.470±241.360)个/mm²。由图2可见,受试者右眼ECD戴镜后1~24个月与戴镜前差异无统计学意义,而戴镜后27~36个月的ECD与戴镜前相比有所降低($P<0.05$);左眼ECD戴镜后1~21个月与戴镜前差异无统计学意义,而戴镜后24~36个月的ECD与戴镜前相比有所降低($P<0.05$)。配镜前或配镜后受试者双眼间ECD差异无统计学意义。

由表2可见,无论是配镜前与配镜后比较($P=0.793$),

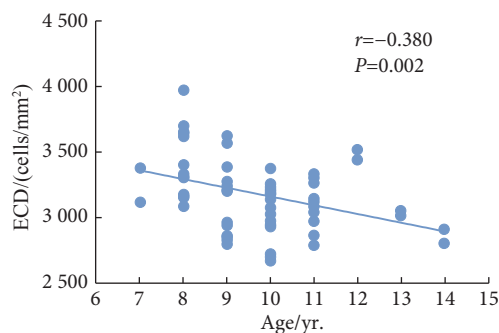


图1 戴镜前受试者年龄与其角膜内皮细胞密度的相关性 (n=33)

Fig 1 Correlation between age and corneal ECD (baseline) (n=33)

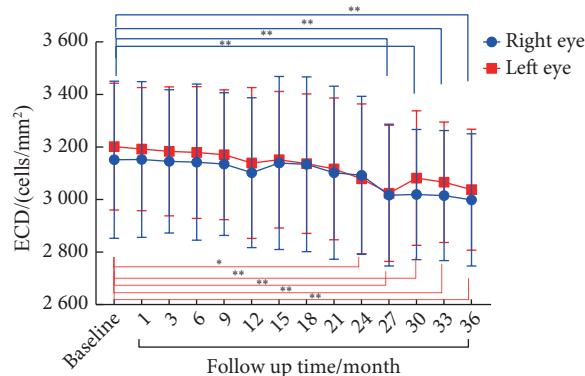


图2 3年随访期内受试者双眼ECD值 (n=33)

Fig 2 ECD values in subjects' eyes during 3-year follow-up (n=33)

* $P<0.05$, ** $P<0.01$.

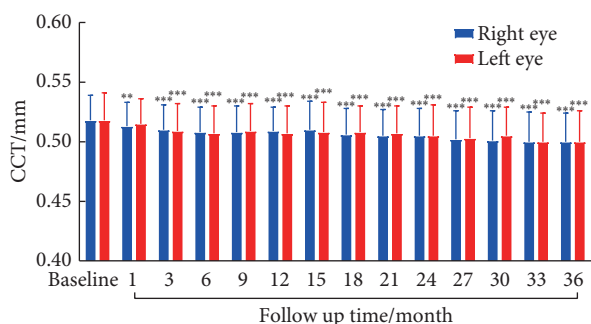
还是配镜前或配镜后双眼间比较($P=0.177$),角膜内皮细胞六角形比例差异均无统计学意义。

2.4 CCT变化

由图3可见,将每次随访测量的CCT与基线CCT做比较,结果显示受试者右眼CCT在配戴角膜塑形镜1个月时就产生变化,左眼CCT在戴镜3个月产生变化,随后一直保持与基线水平的差异,但受试者戴镜后双眼CCT在

表2 角膜塑形镜配戴者角膜内皮细胞六角形比例 ($n=33$)Table 2 The percentage of HEX of subjects ($n=33$)

Follow-up time/month	HEX/%		Follow-up time/month	HEX/%	
	Right eye	Left eye		Right eye	Left eye
Baseline	68.6±9.9	65.6±11.7	18	67.2±10.9	68.9±9.2
1	68.6±8.2	68.2±8.6	21	67.3±9.4	71.4±9.6
3	64.4±9.1	67.9±8.0	24	68.2±11.2	68.8±10.4
6	66.6±10.3	67.3±10.4	27	64.6±9.5	69.6±10.9
9	66.4±8.2	66.1±10.4	30	64.1±11.7	68.3±9.4
12	65.8±10.7	64.0±11.3	33	64.4±8.4	70.3±8.8
15	70.4±9.7	65.5±12.4	36	63.6±8.3	69.3±7.7

图3 3年随访期内受试者双眼CCT值 ($n=33$)Fig 3 Central corneal thickness (CCT) values in subjects' eyes during 3-year follow-up ($n=33$)** $P<0.01$, *** $P<0.001$, vs. baseline.

随访期内不同时间点比较差异均无统计学意义。配镜前或配镜后受试者双眼间CCT差异亦无统计学意义。

3 讨论

临床中角膜塑形镜配戴者最容易出现的角膜异常状况为角膜染色,有研究表示配戴者屈光度较高时更容易造成点染^[18-22],本研究中随访时有角膜点染的患者都通过停戴镜片,滴用促上皮生长因子等方式得到恢复,因此没有造成角膜炎等严重并发症。

角膜塑形镜临床应用前期已发生各类严重不良并发症^[23-27],近年相关并发症发生率显著降低^[22]。研究报道角膜塑形镜配戴者中感染性角膜炎的发病率约为7.7/10 000^[26],2017年一项meta分析发现1 317例角膜塑形镜配戴者中仅有2例报告并发症为感染性角膜炎^[27]。本研究对纳入的受试者进行严格随访和灵活管理,与受试者保持密切联系,最大程度上减少了并发症发生的风险,并未出现角膜炎等不良并发症。对于出现角膜染色的受试者,我们也严格按照角膜染色分级标准进行判断并进行干预,没有发生任何不可控或严重的角膜并发症。

ECD是衡量角膜塑形镜安全性的有效指标之一^[28],要确定配戴角膜塑形镜是否会引起内皮细胞的改变,需要长期的前瞻性随访观察^[29]。本研究随访期为3年,结果显示受试者配戴角膜塑形镜2年内其ECD没有变化。与前期NIETO-BONA等^[13]和CHEUNG等^[12]的研究结果一致。有学者利用共聚焦显微镜观察到短期受试者角膜基质和内皮细胞形态均未发生变化^[15,30]。本研究发现受试者配戴角膜塑形镜27个月后双眼ECD与基线值差异有统计学意义,并一直持续至36个月,与郭曦等^[31]为期7年的研究结论不一致,导致这种差异的原因可能是研究设计、测量仪器、测量误差等,还有可能是因为ECD与年龄呈负相关性,随着年龄增大,ECD减少^[32],人从出生开始角膜内皮细胞数目随年龄的增长而降低,并且每年会损失一定比例^[33],本研究亦得出相同结论。因此,随着年龄的增长,角膜内皮细胞密度会一定程度地下降,这可能是在戴镜27个月后ECD变化有统计学意义的真正原因。另外,国内学者吕燕云等^[34]的研究结果发现21例近视患者配戴角膜塑形镜时间长达3年后ECD呈下降趋势,与本研究结果类似的还有王丽纯等^[28]的研究。

本研究记录了3年随访期内受试者配戴角膜塑形镜后的CCT值,结果发现戴镜1个月时CCT下降并开始趋于稳定,没有持续下降趋势,此前有研究报道CCT的变薄可能从戴镜的24 h以内即开始^[35]。有研究指出CCT可能变薄高达20 μm ,与此同时中周部角膜厚度增加可达25 μm ^[22]。虽然CCT有变薄的倾向,但CCT的变化主要发生在角膜上皮层,而中周部变厚主要在角膜上皮层和基质层,其变化较符合角膜塑形镜对角膜的作用原理,即压平中央角膜区,导致中央区角膜细胞向中周部移行,中周部变厚^[36]。因此CCT的变薄并没有影响角膜的正常功能和结构。

本研究尚存在以下不足,首先本研究样本还有待进一步扩大以证实结论,其次还可以继续延长随访时间,增加评价指标,从而建立更长期配戴角膜塑形镜后角膜安全性评价体系,为临床提供参考。

综上,本研究未发现近视儿童/青少年长期配戴角膜塑形镜出现严重角膜并发症等不良事件;经过3年随访,近视儿童配戴角膜塑形镜后ECD对比基线值有一定程度地减少,ECD减少的时间节点在持续戴镜24个月以后,可能是因为年龄的增加引起内皮细胞密度下降;CCT虽然自戴镜1个月后变薄,但后续未出现持续下降趋势,不影响其角膜染色等安全性评价。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] KHORRAMI-NEJAD M, MORADI R, AKBARZADEH B A, *et al.* Effect of axial length and anterior chamber depth on the peripheral refraction profile. *Int J Ophthalmol*, 2021, 14(2): 292–298.
- [2] LLIMORE M A, JOHNSON L A. Overnight orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye*, 2020, 43(4): 322–332.
- [3] 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. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(7): 3913–3919.
- [4] KAKITA T, HIRAOKA T, OSHIKA T. Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(5): 2170–2174.
- [5] CHO P, CHEUNG S W. Retardation of myopia in orthokeratology (ROMIO) study: A 2-year randomized clinical trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(11): 7077–7085.
- [6] TSENG C H, FONG C F, CHEN W L, *et al.* Overnight orthokeratology-associated microbial keratitis. *Cornea*, 2005, 24(7): 778–782.
- [7] WILHELMUS K R. Acanthamoeba keratitis during orthokeratology. *Cornea*, 2005, 24(7): 864–866.
- [8] YEPES N, LEE S B, HILL V, *et al.* Infectious keratitis after overnight orthokeratology in Canada. *Cornea*, 2005, 24(7): 857–860.
- [9] HSIAO C H, LIN H C, CHEN Y F, *et al.* Infectious keratitis related to overnight orthokeratology. *Cornea*, 2005, 24(7): 783–788.
- [10] 姜珺, 瞿小妹, 杨晓, 等. 非球面角膜塑形镜矫正近视的有效性和安全性. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2020, 22(8): 575–581.
- [11] 艾欣, 张学辉, 叶璐. 角膜塑形镜控制青少年近视有效性及安全性的 Meta 分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2019, 21(2): 127–134.
- [12] CHEUNG S W, CHO P. Does a two-year period of orthokeratology lead to changes in the endothelial morphology of children? *Cont Lens Anterior Eye*, 2018, 41(2): 214–218.
- [13] NIETO-BONA A, GONZALEZ-MESA A, NIETO-BONA M P, *et al.* Long-term changes in corneal morphology induced by overnight orthokeratology. *Curr Eye Res*, 2011, 36(10): 895–904.
- [14] KIM W K, KIM B J, RYU I H, *et al.* Corneal epithelial and stromal thickness changes in myopic orthokeratology and their relationship with refractive change. *PLoS One*, 2018, 13(9): e0203652[2021-09-30]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203652>. doi: 10.1371/journal.pone.0203652.
- [15] 王帅, 胡琦, 崔静, 等. 角膜塑形镜对角膜的组织学影响. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2017, 25(1): 17–19.
- [16] 国际角膜塑形学会亚洲分会. 中国角膜塑形用硬性透气接触镜验配管理专家共识(2016年). *中华眼科杂志*, 2016, 52(5): 325–327.
- [17] EFRON N. Grading scales for contact lens complications. *Ophthalmic Physiol Opt*, 1998, 18(2): 182–186.
- [18] NG L H. Central corneal epitheliopathy in a long-term, overnight orthokeratology lens wearer: A case report. *Optom Vis Sci*, 2006, 83(10): 709–714.
- [19] STILLITANO I, MAIDANA E, LUI M, *et al.* Bubble and corneal dimple formation after the first overnight wear of an orthokeratology lens: A case series. *Eye Contact Lens*, 2007, 33(5): 253–258.
- [20] NG L H. Corneal foreign body injury during overnight orthokeratology lens wear: A case report. *Cont Lens Anterior Eye*, 2008, 31(3): 158–160.
- [21] 陈建卓, 陈露, 李媛媛, 等. 角膜塑形镜423例临床应用报告. *国际眼科杂志*, 2012, 12(1): 130–132.
- [22] LIU Y M, XIE P. The safety of orthokeratology—A systematic review. *Eye Contact Lens*, 2016, 42(1): 35–42.
- [23] 吕岚, 邹留河, 王荣光, 等. 角膜塑形术致感染性角膜溃疡的临床分析. *中华眼科杂志*, 2001, 37(6): 443–446.
- [24] 王跃静, 陈独娅, 成伟, 等. 角膜塑形镜治疗近视的临床观察和并发症分析. *国际眼科杂志*, 2010, 10(8): 1582–1584.
- [25] 姜超, 侯文博, 王智群, 等. 角膜塑形镜相关阿米巴性角膜炎一例. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2012, 14(2): 120–121.
- [26] BULLIMORE M A, SINNOTT L T, JONES-JORDAN L A. The risk of microbial keratitis with overnight corneal reshaping lenses. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(9): 937–944.
- [27] KAM K W, YUNG W, LI G, *et al.* Infectious keratitis and orthokeratology lens use: A systematic review. *Infection*, 2017, 45(6): 727–735.
- [28] 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. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2019, 21(9): 677–681.
- [29] 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.
- [30] 夏元, 王春红, 杨丽萍. 配戴夜戴型角膜塑形镜两年后角膜激光共聚焦显微镜观察. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2014, 16(2): 81–83.
- [31] 郭曦, 谢培英. 青少年近视眼患者配戴角膜塑形镜七年的角膜厚度和内皮观察. *中华眼科杂志*, 2014, 50(1): 9–13.
- [32] BEUSCHEL R, HOFMANN T, MESSERLI J. Is the decrease in corneal endothelial cell density in relation to age linear? *Klin Monbl Augenheilkd*, 2015, 232(4): 375–379.
- [33] GALGAUSKAS S, NORVYDAITE D, KRASAUSKAITE D, *et al.* Age-related changes in corneal thickness and endothelial characteristics. *Clin Interv Aging*, 2013, 8: 1445–1450.
- [34] 吕燕云, 武晶晶, 彭丽, 等. 青少年近视性屈光参差患者长期配戴角膜塑形镜效果观察. *眼科*, 2017, 26(2): 131–134.
- [35] SWARBRICK H A. Orthokeratology (corneal refractive therapy): What is it and how does it work? *Eye Contact Lens*, 2004, 30(4): 181–185.
- [36] ZHU M J, FENG H Y, HE X G, *et al.* The control effect of orthokeratology on axial length elongation in Chinese children with myopia. *BMC Ophthalmol*, 2014, 14: 141[2021-09-30]. <https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2415-14-141>. doi: 10.1186/1471-2415-14-141.

(2021-07-30收稿, 2021-10-08修回)

编辑 余琳