

短期夜戴角膜塑形镜对成年近视患者泪膜的影响

边思予^{1,2}, 仁千格麦¹, 何元浩¹, 王将栏², 杨必², 刘陇黔^{1,2,△}

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 眼科(成都 610041)

【摘要】目的 探讨成年近视患者在短期夜戴角膜塑形镜后泪膜的变化。**方法** 选取18~38周岁的成年近视患者50例, 双眼过夜配戴角膜塑形镜6~10 h。分别于戴镜前和戴镜1 d、7 d、14 d、30 d和90 d测量非侵入性泪膜破裂时间(non-invasive tear break-up time, NITBUT)、侵入性泪膜破裂时间(fluorescent tear break-up time, FTBUT)、下泪河高度(lower tear meniscus height, LTMH)、角膜荧光素钠染色评级和眼表疾病指数(ocular surface disease index, OSDI)问卷得分。**结果** 44例受试者完成90 d的随访研究。受试者过夜配戴角膜塑形镜后, 泪膜破裂时间(tear break-up time, TBUT)均有所下降, 在戴镜14 d后开始趋于平稳; LTMH持续减少, 戴镜90 d后与戴镜前比较, 差异有统计学意义($P<0.05$); 戴镜后角膜上皮点染评级较戴镜前升高($P<0.05$); OSDI得分在戴镜后各时间点与戴镜前相较, 差异无统计学意义。**结论** 成年近视患者短期夜戴角膜塑形镜后泪膜稳定性和泪液分泌量下降, 角膜上皮容易出现点染。

【关键词】 角膜塑形镜 近视 成人 泪膜稳定性

The Influence of Short-term Orthokeratology on Tear Film in Adult Myope BIAN Si-yu^{1,2}, RENQIAN Ge-mai¹, HE Yuan-hao¹, WANG Jiang-lan², YANG Bi², LIU Long-qian^{1,2,△}. 1. Department of Optometry and Visual Science, West China School of Medicine, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Ophthalmology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

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

【Abstract】Objective To study the changes of tear film after short-term overnight orthokeratology wearing in adult myope. **Methods** Fifty adult myope aged 18 to 38 years old were enrolled in this study. The patients wore orthokeratology 6-10 h every night during this study. Data such as non-invasive tear break-up time (NITBUT), fluorescent tear break-up time (FTBUT), lower tear meniscus height (LTMH), corneal fluorescent staining as well as ocular surface disease index (OSDI) questionnaire score were measured at baseline, 1 d, 7 d, 14 d, 30 d and 90 d. **Results** Forty-four subjects completed the follow-up study. Tear break-up time (TBUT) decreased and became stable at 14 d after overnight orthokeratology wearing. LTMH sustained decreased and there was a difference after 90 d overnight wearing ($P<0.05$). Compared with baseline, the grade of corneal staining increased at all time points ($P<0.05$). As for the OSDI score, there was no difference at all time points. **Conclusion** After overnight orthokeratology wearing, tear film stability and tear secretion decreased. Adult myope seems easily to suffer corneal injury after overnight orthokeratology wearing.

【Key words】 Orthokeratology Myopia Adult Tear film stability

角膜塑形镜是一种近视矫正方法, 其通过特有的逆几何设计压平中央角膜, 改变角膜曲率, 使患者的近视度数短暂降低, 达到夜间戴镜, 白天不戴镜且拥有清晰视力的效果。戴入镜片后, 镜片与角膜之间的泪液层对角膜塑形和角膜新陈代谢起至关重要的作用。泪膜作为屈光介质有助于维持清晰视力, 良好的泪膜亦能提供眼表的舒适环境。随着角膜塑形镜的普及, 配戴后其对泪膜的影响也逐渐受到关注, 但多数相关研究对象为未成年人, 且戴镜后侵入性泪膜破裂时间(fluorescent tear break-up time, FTBUT)、非侵入性泪膜破裂时间(non-invasive tear break-up time, NITBUT)和泪液分泌量等的改变尚无定论。多数研究表明过夜配戴角膜塑形镜对泪液基础分泌量无影响, 但会引起泪膜稳定性降低^[1-2]。目前国内尚无

成年人夜戴角膜塑形镜后泪膜变化的研究, 国外虽有研究将成年人作为研究对象, 但更多关注在镜片矫正近视的有效性、安全性和戴镜后角膜反应的改变等方面^[3-5]。本研究以成年近视患者为对象, 分析探讨夜戴角膜塑形镜后泪膜相关参数的改变, 探讨夜戴角膜塑形镜是否会影响成年近视患者的泪膜。

1 对象与方法

1.1 研究对象

纳入2018年6~9月在四川大学华西医院眼科就诊的成年近视患者为研究对象。纳入标准: 受试者年龄18~38周岁; 双眼验光度数为-0.75 D~-5.00 D, 散光 ≤ 1.50 D, 双眼近视度数差异 ≤ 1.50 D; 单眼最佳矫正的ETDRS视力 $\geq 20/25$; 有长期配戴矫正眼镜的习惯; 每晚睡眠时间在6~10 h之间; 研究期间愿意遵从配戴和护理的指导以及

△ 通信作者, E-mail: b.q15651@hotmail.com

随访安排,且可在早上睁眼2 h内到达随访地点。排除标准:正在使用可能影响视力或导致干眼的药物;眼部禁忌证如严重的干眼症,眼睑闭合不全,任何活动期的眼部炎症或双眼视异常的症状或体征等;全身禁忌证如严重的糖尿病,类风湿性关节炎等免疫性疾病,精神病或严重过敏史;除框架眼镜和软性隐形眼镜以外的近视矫正史;长期处于多风沙,高污染或化学制品环境。

本研究获得四川大学华西医院伦理委员会批准(批准号:2018-23),遵守赫尔辛基宣言,并获取受试者知情同意。

1.2 材料与设备

本研究采用五弧反转几何设计的角膜塑形镜(Euclid Systems Corp, Herndon, USA)。设备包括开放式验光仪(Grand Seiko WAM-5500)、ETDRS 2000系列视力表(Precision Vision, IL, US)、Medmont E300角膜地形图(Medmont International Ltd., Australia)、裂隙灯生物显微镜(康华瑞明科技股份有限公司,重庆)、角膜内皮计(Topcon Corporation, Japan)、测厚仪(543-474B, Mitutoyo Corporation, Japan)、基弧仪(SHIN-NIPPON Radiusgauge, Rexxam Co., Ltd., Japan)和一次性荧光素钠染色试纸。

1.3 检查方法

1.3.1 配镜前检查 所有受试者均行非睫状肌麻痹状态下主观和客观验光、角膜地形图、裂隙灯显微镜、眼压、角膜内皮计和眼底检查以排除禁忌证。

1.3.2 试戴、订片及戴镜 根据角膜形态参数选择试戴片戴入并评估配适状态,戴镜30 min后取镜做角膜地形图差异图分析,在均为理想配适的情况下记录当前参数,订制角膜塑形镜。收到镜片后,进行镜片参数核对、受试者的镜片取戴和护理教育。受试者夜间睡前双眼戴镜,次日晨取镜,每晚戴镜6~10 h。

1.3.3 基线和随访检查 戴镜前和戴镜1 d、7 d、14 d、30 d和90 d时进行检查。按照先进行非侵入性检查后进行侵入性检查的顺序,行非睫状肌麻痹客观验光和主观验光、NITBUT检查、FTBUT检查、下泪河高度(lower tear meniscus height, LTMH)测量、角膜点染评级、角膜地形图、眼压检查和眼表疾病指数(ocular surface disease index, OSDI)问卷调查。所有检查均在同一检查室由同一名研究人员进行。

1.4 研究指标

1.4.1 NITBUT 采用Medmont E300角膜地形图仪进行动态且高频率的视频拍摄,通过仪器投影在角膜上的Placido环像测定受试者的首次非侵入性泪膜破裂时间(the first non-invasive tear break-up time, NITBUTf)和平

均非侵入性泪膜破裂时间(average non-invasive tear break-up time, NITBUTav)。嘱受试者注视中央固视点,轻轻瞬目2次后仪器自动开始检测并以每秒4幅图的频率(4 Hz)采集视频,最多可采集至眨眼后30 s。测量时先右眼后左眼,每只眼测量3次,测量间隔期受试者可自由瞬目,更换眼别时闭眼休息1 min,软件自动得出NITBUTf和NITBUTav。

1.4.2 FTBUT 染色前洗净双手,将荧光素钠试纸从独立消毒包装中取出,用生理盐水湿润含有1 mg荧光素钠的试纸,甩去多余液体,嘱受试者向下注视,用试纸轻触上方的球结膜后,闭眼1 min,睁眼后行FTBUT检查。鼓励受试者轻轻瞬目之后睁眼并维持尽量长的时间,从第一次瞬目结束之后按下秒表开始计时,直到下一次瞬目或者泪膜破裂(出现黑斑或线条条纹或者不规则的形状)时按停秒表,得到FTBUT。每只眼测量3次,记录首次荧光素钠染色泪膜破裂时间(the first fluorescent tear break-up time, FTBUTf)和平均荧光素钠染色泪膜破裂时间(average fluorescent tear break-up time, FTBUTav)。

1.4.3 LTMH TBUT测量后休息2 min行LTMH测量。使用裂隙灯显微镜,荧光素钠染色后在钴蓝光下以16×的放大率观察,前后移动手柄聚焦在泪河处进行拍摄。每只眼拍摄3次,先右眼后左眼。在保存的图片中,每只眼选取最清晰的一张,利用IMAGE J软件的直尺功能,按照一定的比例尺进行换算,取3幅图的平均值进行统计分析。

1.4.4 角膜染色评级 按照角膜染色Efron分级标准^[6],对角膜染色做0~4级评级:0级为无角膜点染,1级为浅表点状点染且数量少于10个,2级为轻度局部性或弥漫性点状点染,3级为中度点染,点染聚集成片状,4级为重重点染,全角膜弥漫性点染甚至上皮剥脱。所有染色情况均拍照存档。

1.4.5 OSDI问卷得分 OSDI问卷包含12道题,每道题按照发生频率分为5级,依0~4分进行评分。受试者根据戴镜的实际情况填写问卷,按照公式OSDI得分=得分总和×100/(回答题目总数×4)计算得分,总分100分^[7]。

1.5 统计学方法

正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不符合正态分布资料采用中位数、四分位数间距表示。戴镜前后的NITBUT、FTBUT以及LTMH若符合正态分布、方差齐性和球形假定,进行重复测量方差分析,如果不符合球形假定经校正后再进行分析。OSDI问卷得分为偏态分布,秩转换后行方差分析。角膜染色评级采用符号秩和检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受试者一般临床资料

本研究共纳入50例受试者,所有受试者均双眼配戴角膜塑形镜。有44例受试者完成90 d的随访研究,6例退出,其中1例因为反复发生角膜中央大于3级的点染被迫退出,其余5例因为配戴角膜塑形镜后视觉质量不佳主动退出研究。44例完成随访的受试者中,10例(22.73%)为男性,34例(77.27%)为女性,平均年龄为(25.09±3.89)岁(20~36岁)。受试者配戴角膜塑形镜前双眼基线参数差异均无统计学意义,取右眼数据进行统计分析。

2.2 过夜配戴角膜塑形镜后NITBUT的变化

受试者过夜配戴角膜塑形镜后,NITBUTf和NITBUTav均减少,分别在戴镜7 d和戴镜14 d时趋于平稳,但均未恢复至基线水平,在戴镜90 d时,NITBUTf和NITBUTav再次下降,与基线相比,差异有统计学意义(分别为 $P<0.05$, $P<0.01$),见图1。

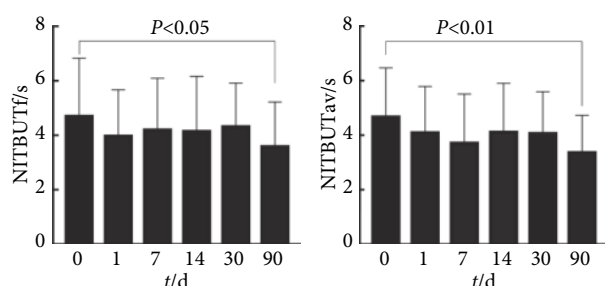


图1 戴镜后NITBUTf和NITBUTav的变化趋势

Fig 1 Change trend of NITBUTf and NITBUTav after overnight orthokeratology wearing

NITBUTf: The first non-invasive tear break-up time; NITBUTav: Average non-invasive tear break-up time; 0 d: Before overnight orthokeratology wearing

2.3 过夜配戴角膜塑形镜后FTBUT的变化

由图2可见,戴镜后FTBUT出现下降趋势,但各时间点差异均无统计学意义。FTBUTf和FTBUTav均在戴镜14 d时开始恢复,又于戴镜90 d时下降。

2.4 过夜配戴角膜塑形镜后LTMH的变化

相较于配戴角膜塑形镜前,戴镜后LTMH逐渐减少(图3),戴镜90 d时LTMH与戴镜前相比,差异有统计学意义($P=0.047$)。

2.5 过夜配戴角膜塑形镜后角膜上皮点染及评级的变化

戴镜后角膜上皮点染评级升高,并且差异有统计学意义($P<0.001$)。戴镜前仅有13.6%的受试者出现浅表点状点染,戴镜30 d、90 d时有72.7%和70.5%的受试者角膜上皮出现浅表点状点染,但绝大多数都为1级点染(图4、表1)。

2.6 过夜配戴角膜塑形镜后OSDI得分的变化

戴镜后所有时间点OSDI得分和戴镜前相较,差异均无统计学意义,且无明显变化趋势(图5)。

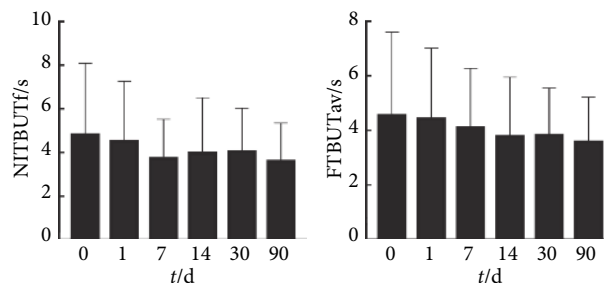


图2 戴镜后FTBUTf和FTBUTav的变化趋势

Fig 2 Change trend of FTBUTf and FTBUTav after overnight orthokeratology wearing overnight orthokeratology wearing

FTBUTf: The first fluorescent tear break-up time; FTBUTav: Average fluorescent tear break-up time; 0 d: Before overnight orthokeratology wearing

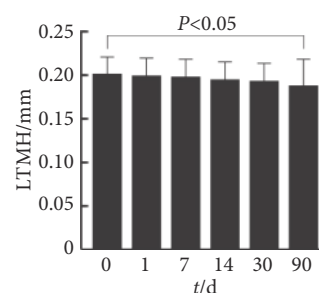


图3 戴镜后LTMH的变化趋势

Fig 3 Change trend of LTMH after overnight orthokeratology wearing

LTMH: Lower tear meniscus height; 0 d: Before overnight orthokeratology wearing

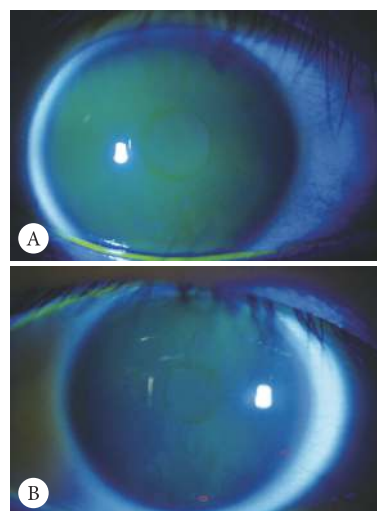


图4 戴镜前(A)和戴镜后14 d(B)荧光素钠染色点染照片图

Fig 4 Photos of fluorescent corneal staining, taken before overnight orthokeratology wearing (A), and after 14 d overnight orthokeratology wearing (B)

表1 戴镜前后角膜点染评级情况

Table 1 Grading of corneal staining before and after overnight orthokeratology wearing

Grading of corneal staining	0 d	1 d	7 d	14 d	30 d	90 d
0/case (%)	38 (86.4)	24 (54.5)	17 (38.6)	18 (40.9)	12 (27.3)	13 (29.5)
1/case (%)	6 (13.6)	20 (45.5)	25 (56.8)	26 (59.1)	26 (59.1)	27 (61.4)
2/case (%)	0	0	2 (4.5)	0	4 (9.1)	3 (6.8)
3/case (%)	0	0	0	0	2 (4.5)	1 (2.3)
4/case (%)	0	0	0	0	0	0

0 d: Before overnight orthokeratology wearing

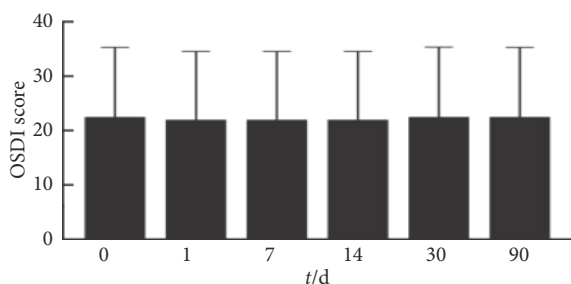


图5 戴镜后OSDI得分的变化趋势

Fig 5 Change trend of OSDI score after overnight orthokeratology wearing

The data was rank transformed. OSDI: Ocular surface disease index; 0 d: Before overnight orthokeratology wearing

3 讨论

泪液有助于眼表光滑界面的形成、泪膜稳态的平衡和眼表健康的维持^[8]。本研究中, NITBUT和FTBUT在戴镜后的变化趋势和多数既往受试者为未成年人的研究一致^[1-2, 9], 由此推测, 近视患者不论儿童还是成人, 在夜戴角膜塑形镜后, TBUT(包括NITBUT和FTBUT)出现不同程度的下降, 泪膜稳定性受到影响。配戴角膜塑形镜后泪膜稳定性下降的原因有多种, 除了泪液流动分布和生理环境的变化, LUM等^[5]发现成人角膜敏感度在戴镜后下降, 角膜敏感度降低致使反射性瞬目减少, 导致泪液蒸发加快, 泪膜稳定性下降。RAHMAN等^[10]亦发现角膜敏感度下降与泪膜不稳定有相关性。但也有研究发现夜戴角膜塑形镜后NITBUT增加, WANG等^[11]发现儿童夜戴角膜塑形镜30 d和90 d后, NITBUTf和NITBUTav出现增加趋势, 但差异无统计学意义。然而该研究仅测量了NITBUT一个指标, 而本研究同时测量了NITBUT和FTBUT两个指标。FTBUT是泪膜稳定性较为常见的检查方法, 但该检查方法主观性较强, 随研究人员的操作经验和荧光素钠浓度不同而差异较大。本研究中通过动态高频的视频拍摄测量NITBUT, 结果由软件自动分析且泪膜变化的视频可重复观看, 两个指标结合可更准确可靠地分析夜戴角膜塑形镜对受试者泪膜稳定性的影响。本研究中, 夜

戴角膜塑形镜90 d后TBUT出现再次下降趋势, 并且NITBUT与戴镜前相比, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 而此前各参数本已出现稳定的趋势。90 d的变化和已有研究的结果^[9]不一致, 考虑有可能是因为本研究中, 戴镜后90 d正好处于当地冬季, 气温有所下降, 90 d的改变有较大可能是受到温度影响所呈现的“假象”, 即泪膜稳定性在戴镜14 d后尽管没有回到基线水平, 但已趋于平稳。PASCHIDES等^[12]的研究发现气候对泪膜稳定性有明显影响, 支持上述推论。FTBUT相对于NITBUT, 在夜戴角膜塑形镜后所受影响更小, 有下降趋势但差异无统计学意义, 可能是因为其检测过程中有荧光素钠液体进入眼表, 缓冲了气温所致的影响。

本研究中不论是首次破裂时间还是平均破裂时间, 戴镜前后TBUT都低于正常参考值的下限(即10 s)。2017年新版国际干眼指南^[13]提到, 部分研究发现中年健康受试者TBUT的检查结果 < 10 s, 近2年的研究亦有此发现, STEGMANN等^[14]测量了10例健康成年受试者的泪膜, 发现其FTBUT为 (8.8 ± 2.4) s, WANG等^[15]分别对在天津和佛罗里达的38例成年受试者进行了泪膜的测量, 发现83%在天津的受试者和56.9%在美国的受试者NITBUT小于10 s, 81.1%在天津的受试者和60.3%在美国的受试者FTBUT小于10 s。由上述研究结果, 我们推测如今普通人群的TBUT越来越短, 低于既定的正常值。这一变化可能是视屏终端的普及所致, 日本学者对858例视屏终端使用者的研究发现, 使用视屏终端后泪膜稳定组的TBUT为 (5.7 ± 2.7) s^[16]。我国的研究也发现在正常模式下观看视频显示终端, TBUT比观看前减少, 说明短时间观看显示屏即会造成泪膜稳定性降低^[17]。综上所述, 近年来缺乏TBUT的大数据, 且视屏终端使用率升高, 推测健康人群的TBUT低于既定的正常值。

裂隙灯显微镜测量LTMH是临床上常见的评估泪液分泌的方法^[13]。既往大部分研究认为配戴角膜塑形镜后泪液分泌不会发生变化^[4, 18-19], 也有少数研究发现戴镜后泪液分泌有所改变^[11]。本研究中戴镜后LTMH持续减少, 提示泪液分泌可能受到了影响。泪液分泌减少可能是因

为配戴角膜塑形镜使角膜敏感度降低,导致角膜对外界的感知能力下降,最终影响泪液分泌^[4]。此外,测得的LTMH普遍低于正常人群的参考值^[13],与STEGMANN等^[14]使用高分辨率光学相干断层扫描健康受试者泪河的研究结果一致,此情况可能是电子产品使用所致。UCHINO等^[16]的研究发现,泪膜不稳定人群使用视屏终端,泪液分泌量会减少。熊婵等^[20]也发现视屏终端会影响泪膜及眼表健康。国内配戴角膜塑形镜后泪膜变化的研究发现,各时间点受试者的LTMH在0.19~0.22 mm之间,与本研究的数据相似,都低于正常参考值^[9]。

配戴角膜塑形镜矫正近视,对安全性的关注应优于对有效性的关注。本研究在受试者开始戴镜后进行了短期内的多次随访,同时除了规定的随访时间外,每次分发护理产品时亦密切监控角膜的健康情况。本研究未发现受试者有感染性角膜炎发生,仅出现角膜上皮点染,而角膜上皮点染为最常见的接触镜并发症。戴镜后机械摩擦增加、角膜上皮厚度和泪液分泌量改变、缺氧负荷加重、对护理系统的过敏反应、取戴镜操作不当和镜片沉淀物可以导致角膜上皮受损。本研究中,戴镜前有6例受试者出现轻微的角膜上皮点状点染,对于健康人群而言,晨起有时可观察到少量的点状上皮点染,是正常现象,角膜可自行修复^[8]。在夜戴角膜塑形镜后,角膜点染率增加,绝大多数受试者出现了1级点染,这和既往研究结果一致^[13]。鉴于本研究发现成人戴镜后角膜点染率较高,极少时会出现3级点染,建议密切监控成人戴镜后角膜健康情况。

OSDI问卷可以评估症状频率、环境诱发因素和视觉相关生活质量^[7]。本研究中夜戴角膜塑形镜后OSDI得分与戴镜前差异无统计学意义,亦尚未出现明显的变化趋势,这说明成年近视患者配戴角膜塑形镜后,主观感受无明显改变。但WANG等^[11]的研究结果和本研究不同,发现青少年夜戴角膜塑形镜30和90 d的OSDI得分显著升高,且在戴镜180 d的OSDI得分最高,其后逐渐减少。经分析认为研究结果不同的原因可能有两点:首先,本研究的研究对象为成年近视患者,而既往研究的受试者均为儿童,受试者不同导致了结果的差异。其次,本研究有5例受试者因主观感受不佳而退出,在统计分析时并未纳入他们的数据,这可能是OSDI得分变化不同的原因。此外,部分研究虽然发现OSDI得分出现变化,但得分小于13分,其变化临床意义不大。

综上所述,本研究为国内首个成年近视患者夜戴角膜塑形镜后泪膜变化的研究,对成年近视患者夜戴角膜塑形镜后泪膜多个参数和主观感受的改变进行了观察,同时注重戴镜的安全性。不足之处为干扰因素较多,性

别比例不均衡。未来的研究应尽量使用更精密、更智能的设备进行长期的观察,同时开展基础研究进一步明确戴镜后泪膜变化的机制。

参 考 文 献

- [1] 石迎辉, 张井枝, 李阳光, 等. 长期配戴角膜塑形镜对睑板腺功能和泪膜稳定性的影响. *中华实验眼科杂志*, 2018, 36(6): 464-467.
- [2] NA K, YOO Y, HWANG H, *et al.* The influence of overnight orthokeratology on ocular surface and meibomian glands in children and adolescents. *Eye Contact Lens*, 2016, 42(1): 68-73.
- [3] CHENG H, LIANG J, LIN W, *et al.* Effectiveness and safety of overnight orthokeratology with Boston XO2 high-permeability lens material: a 24 week follow-up study. *Contact Lens Anterio*, 2016, 39(1): 67-71.
- [4] CARRACEDO G, MARTIN-GIL A, BEGOÑA F, *et al.* Effect of overnight orthokeratology on conjunctival goblet cells. *Contact Lens Anterio*, 2016, 39(4): 266-269.
- [5] LUM E, GOLEBIOWSKI B, SWARBRICK H. Changes in corneal subbasal nerve morphology and sensitivity during orthokeratology: recovery of change. *Ocul Surf*, 2017, 15(2): 236-241.
- [6] EFRON N. Grading scales//Contact Lens Practice. 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2010: 21-31.
- [7] NICHOLS K, FOULKS G, BRON A, *et al.* The international workshop on meibomian gland dysfunction: executive summary. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(4): 1922-1929.
- [8] 洪晶. 解读国际泪膜与眼表协会2017年干眼专家共识中的干眼病理生理机制. *中华眼科杂志*, 2018, 54(6): 415-418.
- [9] XIE W, ZHANG X, XU Y, *et al.* Assessment of tear film and bulbar redness by keratograph 5M in pediatric patients after orthokeratology. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(6): S382-S386.
- [10] RAHMAN E, LAM P, CHU C, *et al.* Corneal sensitivity in tear dysfunction and its correlation with clinical parameters and blink rate. *Am J Ophthalmol*, 2015, 160(5): 858-866.
- [11] WANG X, LI J, ZHANG R, *et al.* The influence of overnight orthokeratology on ocular surface and meibomian gland dysfunction in teenagers with myopia. *J Ophthalmol*, 2019[2019-03-09]. <https://doi.org/10.1155/2019/5142628>.
- [12] PASCHIDES C, STEFANIOTOU M, PAPAGEORGIOU J, *et al.* Ocular surface and environmental changes. *Acta Ophthalmol Scand*, 1998, 76(1): 74-77.
- [13] JONES L, DOWNIE L, KORB D, *et al.* TFOS DEWS II management and therapy report. *Ocul Surf*, 2017, 15(3): 575-628.
- [14] STEGMANN H, SANTOS V, MESSNER A, *et al.* Automatic assessment of tear film and tear meniscus parameters in healthy subjects using ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Biomed Opt Express*, 2019, 10(6): 2744-2756.
- [15] WANG H, SEGER K, YANG S, *et al.* The role of ethnicity versus environment in tear film stability: a pilot study. *Contact Lens Anterio*, 2019, 42(5): 553-556.
- [16] UCHINO M, KAWASHIMA M, UCHINO Y, *et al.* Association between tear film break up time and blink interval in visual display terminal users. *Int J Ophthalmol*, 2018, 11(10): 1691-1697.
- [17] 许文涵, 瞿静语, 陈奕霖, 等. 视频显示终端的蓝光对健康人群泪膜的影响. *中华眼科杂志*, 2018, 54(6): 426-431.
- [18] LI J, DONG P, LIU H. Effect of overnight wear orthokeratology lenses on corneal shape and tears. *Eye Contact Lens*, 2017, 44(5): 304-307.
- [19] 刘明珠, 李双双, 崔静, 等. 青少年长期佩戴角膜塑形镜治疗近视的疗效观察. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2018, 26(3): 10-12.
- [20] 熊婵, 刘珍凯, 纪开宝, 等. 视屏终端的使用对人泪膜及眼表的影响及非侵入性眼表综合分析仪的应用价值. *中华实验眼科杂志*, 2016, 34(5): 443-447.

(2019-05-23收稿, 2019-08-12修回)

编辑 沈 进