

配戴角膜塑形镜患者发生角膜上皮点状染色的影响因素

邢建男^{1,2}, 何伟², 张珊³

引用:邢建男,何伟,张珊. 配戴角膜塑形镜患者发生角膜上皮点状染色的影响因素. 国际眼科杂志 2023;23(6):981-985

基金项目:沈阳市科学计划项目(No.20-205-4-018)

作者单位:¹(116000)中国辽宁省大连市,大连医科大学;
²(110000)中国辽宁省沈阳市,沈阳何氏眼科医院;³(110000)中国辽宁省沈阳市,辽宁何氏医学院

作者简介:邢建男,大连医科大学在读博士研究生,主治医师,研究方向:干眼等眼表疾病、角膜塑形镜。

通讯作者:何伟,毕业于日本九州大学,博士,主任医师,院长,博士研究生导师,研究方向:眼表疾病、白内障、角膜塑形镜、人工智能. hewei0111@163.com

收稿日期:2022-11-29 修回日期:2023-05-16

摘要

目的:探讨配戴角膜塑形镜患者发生角膜上皮点状染色的影响因素。

方法:共收集280例配戴角膜塑形镜患者的数据,其中未发生角膜点染组185例,发生角膜点染组95例。对所有参与本次研究的患者进行普通远视力检查、眼压、裂隙灯、散瞳后眼底检查、综合验光、角膜地形图、角膜厚度、角膜内皮、眼轴长度、戴镜前泪液分泌试验(SIT)、戴镜前睑板腺缺失评分、偏心距离、泪液中白细胞介素2(IL-2)、肿瘤坏死因子 α (TNF- α)含量分析等相关检查。通过单因素和多因素 Logistic 回归分析探究角膜上皮点状染色的影响因素。

结果:两组戴镜前屈光度、戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF- α 、镜片沉积物比较均有差异(均 $P<0.05$)。Logistic 回归分析结果显示,戴镜前屈光度是患者发生角膜上皮点状染色的保护因素,戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF- α 、镜片沉积物是患者发生角膜上皮点状染色的危险因素。

结论:戴镜前屈光度是患者发生角膜上皮点状染色的保护因素,戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF- α 、镜片沉积物是患者发生角膜上皮点状染色的危险因素。

关键词:角膜塑形镜;近视;角膜上皮点状染色;镜片沉积物

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.6.20

Influencing factors of corneal epithelial punctate staining in patients wearing orthokeratology

Jian-Nan Xing^{1,2}, Wei He², Shan Zhang³

Foundation item: Scientific Plan Program of Shenyang (No.20-205-4-018)

¹Dalian Medical University, Dalian 116000, Liaoning Province, China; ²Shenyang He Eye Specialist Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China; ³He University, Shenyang 110000, Liaoning Province, China

Correspondence to: Wei He. Shenyang He Eye Specialist Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China. hewei0111@163.com
Received:2022-11-29 Accepted:2023-05-16

Abstract

• AIM: To investigate the influencing factors of punctate staining of corneal epithelium in patients wearing orthokeratology.

• METHOD: Data of 280 cases wearing orthokeratology were collected, including 185 cases in the group without corneal staining and 95 cases in the group with corneal staining. All patients were examined for general distant vision, intraocular pressure, slit lamp, fundus examination after mydriasis, comprehensive optometry, corneal topography, corneal thickness, corneal endothelium, axial length, Schirmer I test (SIT) before wearing lenses, meibomian gland loss score before wearing lenses, eccentric distance, interleukin-2 (IL-2) in tear, tumor necrosis factor- α (TNF- α) content analysis and so on. The influencing factors of corneal epithelium punctate staining were analyzed by univariate and multivariate Logistic regression.

• RESULTS: There were significant differences in preoperative diopter, preoperative meibomian gland deletion score, IL-2, TNF- α and lens sediment between the two groups (all $P<0.05$). Logistic regression analysis showed that diopter before wearing lenses was a protective factor for corneal epithelium punctate staining. Before wearing lenses, the loss of meibomian gland score, IL-2, TNF- α and lens deposits were the risk factors of corneal epithelium punctate staining. In the detection of corneal epithelium punctate staining, the comprehensive advantage of lens deposits was obvious, the specificity of lens deposits was higher, and the sensitivity of IL-2 was the highest.

• CONCLUSIONS: Before wearing lenses, diopter is the protective factor of corneal epithelium punctate staining, and the loss of meibomian gland score, IL-2, TNF- α and lens deposits are the risk factors of corneal epithelium punctate staining.

• KEYWORDS: orthokeratology; myopia; punctate staining of corneal epithelium; lens deposits

Citation: Xing JN, He W, Zhang S. Influencing factors of corneal epithelial punctate staining in patients wearing orthokeratology. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(6):981-985

0 引言

随着科学技术日新月异的发展,手机、平板电脑等智能电子产品设备得到广泛应用,导致屈光不正成为世界范围内发病率高、进展快的一种不可逆性眼病。目前控制近视进展的主要策略有角膜塑形镜、多焦点软镜和低浓度阿托品眼药水^[1]。角膜塑形镜是现阶段临床上应用较为广泛的控制青少年近视进展的光学手段^[2],对近视有明确有效的控制作用^[3]。角膜塑形镜控制近视发展的基本原理是将特殊的透气材料设计成为特定的形态,在流体学的作用下改变角膜前表面上皮层结构,使其重新再分布,使角膜中央区域的弧度在一定范围内变平^[4-5],从而对近视进行矫正^[6]。其中角膜上皮点状染色,简称角膜点染,是配戴角膜塑形镜中最为常见的并发症^[7],如处理方法不当可能对眼表及角膜造成不可逆的损伤^[8]。目前关于角膜塑形镜的配戴与角膜上皮点状染色的相关研究的报道较少,本研究探讨配戴角膜塑形镜患者发生角膜上皮点状染色的影响因素,为临床提供一定的指导意义。

1 对象和方法

1.1 对象 选择沈阳何氏眼科医院 2020-02/2022-04 在眼科门诊进行角膜塑形镜治疗的患者 280 例 280 眼(所有的受检者均选取右侧眼作为临床观察眼),根据角膜上皮是否发生点状染色,分为未发生角膜点染组 185 例,发生角膜点染组 95 例。本研究经本院医学伦理委员会审批,本次研究严格按照《赫尔辛基宣言》所要求的进行,所有患者及其法定监护人均签署知情同意书。

1.1.1 纳入标准 (1)年龄 8~18 周岁;(2)等效球镜度数为-0.75~-6.00DS,散光<1.00DC;(3)角膜曲率 40.00~46.00D;(4)双眼戴镜前最佳矫正视力 \geq 1.0;(5)依从性良好,均能按要求摘戴和护理镜片,并能进行定期的复查^[9]。

1.1.2 排除标准 (1)临床资料及随访记录不完整;(2)影响视力的眼部疾病如弱视及斜视等;(3)不适合验配角膜塑形镜的眼部疾病如圆锥角膜、各种类型的角膜炎、虹膜睫状体炎、眼球震颤、先天性晶状体混浊及慢性青光眼等;(4)有眼部手术史或眼部外伤史;(5)易过敏体质,有接触镜或接触镜护理液过敏史;(6)患者双眼屈光参差超过-2.00D;(7)既往眼部疾病或眼部手术史者及患有影响腺体的全身疾病者;(8)治疗过程中出现角膜塑形镜配适状态不佳需要调片的患者^[10]。

1.2 方法

1.2.1 验配前常规检查 验配角膜塑形镜之前要对患者进行常规检查包括:标准对数视力表下的普通远视力检查、眼压(CT-800)、裂隙灯检查(SL-1E)、散瞳后眼底检查(VOLK90D 裂隙灯前置镜)、电脑验光(KR-8800)、综合验光在电脑验光的基础上人工试片进行必要的调整、角膜地形图(Tomey TMS-4N)、角膜厚度和角膜内皮(CSO SP01)、眼轴长度(IOL Master 人工晶状体生物测量仪)、黄斑区光学相干断层成像(CIRRUS HD-OCT)。

在排除试戴的相关禁忌证及完善试戴前的相关检查后,根据检查所得的数据对角膜塑形镜进行试戴。适配镜片应满足以下几条:(1)在试戴完角膜塑形镜后,用荧光素钠染色后在镜片的中央有 3~4mm 的位置可见平坦接

触区,在旁中央区可见宽度为 2mm 的泪液区;(2)在嘱患者瞬目时可见镜片有 1~2mm 的活动度,能够起到泪液交换的作用;(3)镜片中未见明显气泡形成;(4)患者配戴过程中及配戴后未诉有明显不适。

1.2.2 复查结果记录 患者复查时间为戴镜后 1d,1wk,1、3、6mo 各随访 1 次。取配戴后第 3mo 的随访结果纳入结果评判。复查的项目包括普通远视力检查、眼压、裂隙灯、角膜荧光素钠染色、角膜地形图、眼轴长度。在复查的同时要询问患者有无视物模糊、畏光流泪、疼痛、异物感等不适症状;裂隙灯检查角膜状态,观察镜片配适状态、活动度、荧光染色后状态以及镜片表面有无划痕、蛋白沉积、破损、变形等。如果患者出现眼部的任何不适症状,需要及时来医院就诊。

1.2.3 角膜上皮点状染色分级 根据 CCLRU 分级,角膜染色可分为五级:0 级:角膜上皮无点状染色;1 级:微染色,染色较表浅,针尖样大小,数量少于 10 点,局部有点样染色;2 级:轻度染色,针点样染色和点样染色,局部范围或弥漫性;3 级:中度染色,大量的点样染色,较多范围出现聚集和融合;4 级:重度染色,全角膜弥漫性点样染色,可为大量融合,甚至出现全层上皮脱落。现将 0 级归为未发生角膜点染组,1~4 级归为发生角膜点染组。

1.2.4 泪液分泌试验 泪液分泌试验(Schirmer I test, S I t):取泪液分泌检测滤纸条,一端反折置于下睑结膜中外 1/3 交界处,另一端自然下垂,嘱患者自然眨眼,计时 5min,取下滤纸条,测量自折痕处滤纸被泪液润湿的长度^[11]。

1.2.5 眼轴测量 应用 IOL Master 人工晶状体生物测量仪测量眼轴长度,嘱患者盯住仪器中的固视灯,保持不动,保证测量的准确和可靠性,连续测量 3 次后取平均值^[12]。

1.2.6 Keratograph 5M 眼表综合分析仪检查 所有被检查者需要采用同一种仪器对受检者进行睑板腺缺失评分检测。将系统调为 Meibo-Scan 模式,将被检者的上下眼睑翻开,系统自动对焦后对睑板腺进行拍照,系统自动对照片进行处理,对所拍摄的睑板腺管情况进行分析处理,并根据分析所得的睑板腺缺失和缩短等情况进行评分。睑板腺无缺失为 0 分;睑板腺缺失面积在 1/3 以下计做 1 分,1/3~2/3 计做 2 分,>2/3 的计做 3 分。最终上下眼睑得分相加求和;0 分为正常,1 分及以上判定为异常。

1.2.7 偏心距离 应用角膜地形图分析戴镜后的角膜地形图形态,每位患者右眼进行 3 次角膜地形图检查,选取成像质量最佳的图片测定偏心距离。确定光学治疗区中心:采用角膜地形图仪内置的分析软件,模拟一个椭圆形区域并确定椭圆中心,即为光学治疗区的中心。偏心距离的测定方法参考 Hiraoka 等^[13]提出的方法,测量出平均偏心量、偏心程度、偏心方向分布情况,其中偏心程度低于 0.5mm 可以视为轻度偏心,偏心程度在 0.5~1.0mm 可以视为中度偏心,偏心程度在 1.0mm 以上视为重度偏心。

1.2.8 酶联免疫吸附试验检测泪液中 IL-2 和 TNF- α 水平 以 EP 管收集患者 0.1mL 泪液后充分混匀,以 2 000r/min 离心 10min 取上清液,-80℃ 冰箱中保存待用,

参照试剂盒说明书,检测泪液中白细胞介素 2(IL-2)、肿瘤坏死因子 α(TNF-α)水平。

统计学分析:采用 SPSS22.0 软件进行数据分析。使用 Shapiro-Wilk 检验先进行正态性分析,符合正态分布的计量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验。多因素分析时,以是否有角膜上皮点状染色作因变量,将单因素分析 $P<0.05$ 的自变量纳入回归当中,行 Logistic 回归分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床指标的比较 两组间性别分布、年龄、眼压、戴镜前角膜厚度、戴镜前角膜内皮细胞计数、角膜水平曲率(K1)、角膜垂直曲率(K2)水平、戴镜前眼轴长度、戴镜前 S I t、偏心距离比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。两组对比戴镜前屈光度、戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF-α、镜片沉积物差异均有统计学意义(均 $P<0.01$),见表 1。

2.2 角膜上皮点状染色的多元回归分析 以患者是否发生有角膜上皮点状染色为因变量(是=1,否=0),以戴镜前屈光度、戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF-α、镜片沉积物情况为自变量分别进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,戴镜前屈光度是患者发生角膜上皮点状染色的保护因素;戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF-α、镜片沉积物是患者发生角膜上皮点状染色的危险因素(表 2)。

表 1 两组间一般资料与临床指标的检测结果

参数	未发生角膜点染组($n=185$)	发生角膜点染组($n=95$)	χ^2/t	<i>P</i>
性别(男/女,例)	85/100	49/46	0.417	0.891
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	9.55±1.34	9.32±1.29	0.380	0.221
眼压($\bar{x}\pm s$,mmHg)	13.27±4.26	13.94±3.42	4.853	0.181
戴镜前屈光度($\bar{x}\pm s$,D)	-3.01±1.57	-4.48±1.04	13.915	<0.001
戴镜前角膜厚度($\bar{x}\pm s$,μm)	539.82±32.82	538.59±35.68	0.097	0.773
戴镜前角膜内皮细胞计数($\bar{x}\pm s$,cell/mm ²)	3087.18±372.35	3057.43±327.16	0.735	0.510
K1($\bar{x}\pm s$,D)	43.07±1.34	42.76±1.17	2.687	0.057
K2($\bar{x}\pm s$,D)	42.66±1.75	42.72±1.79	0.329	0.779
戴镜前眼轴长度($\bar{x}\pm s$,mm)	24.08±0.95	24.27±1.16	3.361	0.141
戴镜前 S I t($\bar{x}\pm s$,mm/5min)	13.31±2.15	13.00±1.94	3.483	0.242
戴镜前睑板腺缺失评分($\bar{x}\pm s$,分)	0.71±0.75	0.97±0.38	11.895	0.002
IL-2($\bar{x}\pm s$,ng/L)	16.55±2.72	19.04±2.82	0.001	<0.001
TNF-α($\bar{x}\pm s$,ng/L)	19.04±4.01	21.86±3.05	6.722	<0.001
镜片沉积物(有/无,眼)	14/171	66/29	117.869	<0.001
偏心距离($\bar{x}\pm s$,mm)	0.63±0.35	0.66±0.36	0.612	0.563

表 2 多因素 Logistic 回归分析角膜点染患者的影响因素

指标	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95% CI
戴镜前屈光度	-0.632	0.170	13.784	<0.001	0.532	0.381~0.742
戴镜前睑板腺缺失评分	0.619	0.293	4.458	0.035	1.858	1.045~3.301
镜片沉积物	3.567	0.480	55.215	<0.001	35.406	13.819~90.712
IL-2	0.323	0.077	17.747	<0.001	1.381	1.189~1.605
TNF-α	0.203	0.059	11.725	0.001	1.225	1.091~1.375
常数项	-14.815	2.108	49.410	<0.001	0.000	

3 讨论

角膜塑形镜是一种逆几何形态的设计,由多个弧段组成,通过镜片与泪液层的分布不均,进而产生流体力学效应从而改变几何形态^[14],达到控制近视发展的目的^[15-16]。CRT(corneal refractive therapy 角膜屈光矫治)是目前市面上控制近视效果较为显著的一款角膜塑形镜^[17],是 PARAGON 公司的设计专利。与其他角膜塑形镜相比,该产品具有透氧性高、透光性好、抗沉淀、安全可靠的特点^[18]。K 值为 39.00~50.00D,中心区内曲率半径 6.75~8.65mm,透氧率 100%,透光性 95%,折射率 1.442。镜片采用基弧(base curve, BC)、着陆角(landing zone angle, LZA)、反转区(return zone depth, RZD)的几何设计^[19]。其作用原理为通过夜晚 8~10h 的配戴,使 BC 区的角膜中央表面上皮层被压平,RZD 区与角膜之间存在一定的空间,对旁中央区角膜表面上皮层产生一定的负压,与 BC 区联合作用使角膜上皮重新分布形成中央平坦,旁中央区陡峭的结构,从而达到矫正视力的目的^[20-23]。

姚琨等^[24]的研究表明角膜塑形镜会对眼表的形态及泪液分泌产生一定的影响,会引起角膜上皮点状染色的发生。张丽等^[25]的研究显示配戴角膜塑形镜前患者泪膜稳定性及睑板腺功能障碍会导致角膜上皮点状染色的发生。杨立等^[26]的研究表明长期配戴角膜塑形镜,后期会对睑板腺功能产生影响,进而会加重角膜上皮点状染色。但 Na 等^[27]的研究结果显示角膜塑形镜戴镜前泪膜稳定性及睑板腺功能与角膜上皮点状染色的发生未见明显相关

性。造成结果不一样的原因可能为青少年患者配合度欠佳。本研究表明发生角膜点染组的睑板腺缺失评分和未发生角膜点染组的睑板腺缺失评分相对比,发生角膜点染组的睑板腺缺失评分要高于未发生角膜点染组的睑板腺缺失评分,差异有统计学意义($P<0.05$)。原因可能为随着睑板腺缺失评分的增加,睑板腺所分泌的脂质层会相对应的减少,而组成泪膜的三层结构中最上面一层为脂质层,随之脂质层的减少会引发泪膜的不稳定^[28-29],究其原因可能为睑板腺功能障碍导致泪膜稳定性持续下降,正常的角膜塑形镜与角膜之间会有一层泪膜进行缓冲和保护角膜,当泪膜的稳定性下降,则屏障功能遭到破坏,进而导致角膜塑形镜与泪膜之间产生一定的接触与摩擦,进而导致角膜上皮点状染色的发生。

董光静等^[30]的研究表明,屈光度越大,则患者发生角膜上皮点状着色的可能性越大,褚慧慧等^[31]的研究表明角膜塑形镜配戴后角膜上皮点状染色可能与镜片的配适状态、屈光度数大小以及戴镜时间的长短有着密切的关系。本研究结果显示随着近视度数的增长,角膜上皮点状着色的发生也相应增加,分析其原因有可能是因为随着屈光度的增加,角膜塑形镜的降幅就会相对应的加深,而导致BC区下降就相对明显,BC区与角膜中央区的泪液量相对应的减少,进而加重了BC区与角膜中央的接触,进而导致角膜上皮点状染色的发生。

谭舟利^[32]的研究表明,镜片沉积物为发生角膜上皮点状染色的独立危险因素,这与我们的研究结果一致。分析其可能的原因为长时间的配戴角膜塑形镜,镜片表面有大量的蛋白沉淀^[33],配戴后会对角膜上皮造成损害及划伤,而长期配戴角膜塑形镜,角膜敏感度就会下降,同时大量的蛋白沉淀会与泪液中的抗炎物质发生炎症反应。当炎症发生时,IL-2、TNF- α 等炎症因子就会增加。IL-2是一种多向性作用的细胞因子,其既能刺激自然杀伤细胞的增殖和杀伤活性,又能促进B细胞增殖和分泌抗体,激活巨噬细胞^[34]。TNF- α 主要由激活的单核巨噬细胞产生,是一种强有力的促炎细胞因子,在炎症中发挥重要作用。二者会诱导促炎和趋化因子的产生,破坏角膜的屏障,上调血管内皮生长因子的表达,进一步促进B细胞的增殖与分化,加剧了眼部炎症反应,IL-2、TNF- α 的含量增加可使得基质蛋白酶组织抑制剂系统失去平衡,导致球结膜基质和Tenon囊结构的通透性增加,引起角膜上皮功能的破坏而引起角膜上皮点状染色的发生^[35]。

角膜塑形镜镜片沉积物为引起角膜点染的外在因素。而IL-2、TNF- α 、戴镜前屈光度、戴镜前睑板腺缺失评分是引起角膜点染的内在因素,因为眼表的微环境的变化是器质性变化所引起的。在镜片沉积物的作用下,眼表会产生炎症反应,IL-2、TNF- α 一些炎症因子可以产生一系列炎症反应。进而导致泪液中的蛋白质、细胞破裂碎片等沉积在角膜塑形镜的表面。与此同时结膜的杯状细胞分泌大量的黏液,大量的黏液吸附在镜片表面,从而加剧镜片上的沉着物发生沉积。患者睑板腺功能障碍越明显,其脂质类物质不能很好地分布于眼球表面,导致脂质类物质的堆积,而镜片材料容易吸引脂质类物质而引起脂质沉淀的发生。

本研究不足之处在于样本量过少,有待进一步增大样本量,从而更好地研究角膜塑形镜相关影响因素与角膜上皮点状染色之间的关系。

综上所述,戴镜前屈光度、戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF- α 、镜片沉积物在角膜上皮点状染色的发生中起着关键作用。Logistic回归分析结果显示,戴镜前屈光度是患者发生角膜上皮点状染色的保护因素,戴镜前睑板腺缺失评分、IL-2、TNF- α 、镜片沉积物是患者发生角膜上皮点状染色的危险因素。

参考文献

- 1 孙笑笑, 张钰, 陈跃国. 角膜塑形镜对近视性屈光参差儿童双眼视功能的影响. *眼科新进展* 2021;41(11):1052-1056
- 2 Lyu B, Hwang KY, Kim SY, et al. Effectiveness of toric orthokeratology in the treatment of patients with combined myopia and astigmatism. *Korean J Ophthalmol* 2016;30(6):434-442
- 3 Fang JX, Huang Z, Long Y, et al. Retardation of myopia by multifocal soft contact lens and orthokeratology: a 1-year randomized clinical trial. *Eye Contact Lens* 2022;48(8):328-334
- 4 Tahhan N, Du Toit R, Papas E, et al. Comparison of reverse-geometry lens designs for overnight orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2003;80(12):796-804
- 5 Ren Q, Yang B, Liu LQ, et al. Orthokeratology in adults and factors affecting success: study design and preliminary results. *Cont Lens Anterior Eye* 2020;43(6):595-601
- 6 Santodomingo-Rubido J, Villa-Collar C, Gilmartin B, et al. Long-term efficacy of orthokeratology contact lens wear in controlling the progression of childhood myopia. *Curr Eye Res* 2017;42(5):713-720
- 7 Li J, Yang C, Xie WJ, et al. Predictive role of corneal Q-value differences between nasal-temporal and superior-inferior quadrants in orthokeratology lens decentration. *Medicine* 2017;96(2):e5837
- 8 Cho P, Chui WS, Mountford J, et al. Corneal iron ring associated with orthokeratology lens wear. *Optom Vis Sci* 2002;79(9):565-568
- 9 任美侠, 张国云, 叶璐. 长期配戴角膜塑形镜对患者角膜和视觉质量的影响. *国际眼科杂志* 2022;22(2):304-308
- 10 易际磐, 金成鹏. 角膜塑形镜停止矫治后患者角膜与屈光状况研究. *中国现代医学杂志* 2016;26(10):111-114
- 11 Miyake H, Kawano Y, Tanaka H, et al. Tear volume estimation using a modified Schirmer test: a randomized, multicenter, double-blind trial comparing 3% diquafosol ophthalmic solution and artificial tears in dry eye patients. *Clin Ophthalmol* 2016;10:879
- 12 杜婉丽, 吴彩云, 梁刚, 等. 多焦软镜与角膜塑形镜控制近视效果及安全性分析. *中国学校卫生* 2022;43(9):1305-1308
- 13 Hiraoka T, Mihashi T, Okamoto C, et al. Influence of induced decentered orthokeratology lens on ocular higher-order wavefront aberrations and contrast sensitivity function. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(11):1918-1926
- 14 Huang YY, Li X, Ding CL, et al. Comparison of peripheral refraction and higher-order aberrations between orthokeratology and multifocal soft contact lens designed with highly addition. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2022;260(5):1755-1762
- 15 孙笑笑, 张钰, 陈跃国. 角膜塑形镜诱导角膜高阶像差改变与控制儿童近视性屈光参差的相关性研究. *中华眼科杂志* 2022;58(4):250-258
- 16 Pauné J, Morales H, Armengol J, et al. Myopia control with a novel peripheral gradient soft lens and orthokeratology: a 2-year clinical trial. *Biomed Res Int* 2015;2015:507572
- 17 Jakobsen TM, Møller F. Control of myopia using orthokeratology

- lenses in Scandinavian children aged 6 to 12 years. Eighteen-month data from the Danish Randomized Study; clinical study of near-sightedness; treatment with orthokeratology lenses (control study). *Acta Ophthalmol* 2022;100(2):175-182
- 18 陈晓航,熊燕,王将栏,等.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. *四川大学学报(医学版)* 2021;52(6):1006-1010
- 19 Batres L, Peruzzo S, Serramito M, *et al.* Accommodation response and spherical aberration during orthokeratology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258(1):117-127
- 20 夏国选,魏少华,魏琳,等.配戴角膜塑形镜后离焦环距离角膜缘宽度对控制近视的影响. *国际眼科杂志* 2019;19(1):118-120
- 21 Qian YS, Xue F, Huang J, *et al.* Pachymetry map of corneal epithelium in children wearing orthokeratology contact lenses. *Curr Eye Res* 2014;39(3):263-270
- 22 Tsukiyama J, Miyamoto Y, Higaki S, *et al.* Changes in the anterior and posterior radii of the corneal curvature and anterior chamber depth by orthokeratology. *Eye Contact Lens* 2008;34(1):17-20
- 23 Nieto-Bona A, González-Mesa A, Nieto-Bona MP, *et al.* Short-term effects of overnight orthokeratology on corneal cell morphology and corneal thickness. *Cornea* 2011;30(6):646-654
- 24 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. *国际眼科杂志* 2022;22(10):1625-1629
- 25 张丽,马建霞,王锋,等.夜戴型角膜塑形镜对青少年眼表功能的影响. *国际眼科杂志* 2020;20(11):1987-1990
- 26 杨立,俞萍萍.过夜配戴角膜塑形镜对儿童青少年眼表和睑板腺的影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2020;22(1):51-57
- 27 Na KS, Yoo YS, Hwang HS, *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
- 28 刘兴亮,张丽霞,罗鑫.角膜塑形镜对青少年眼表和泪膜的影响. *国际眼科杂志* 2019;19(12):2170-2173
- 29 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
- 30 董光静,刘陇黔.角膜塑形镜目标降幅欠矫对近视控制效果的影响. *华西医学* 2019;34(4):405-409
- 31 褚慧慧,宗平,叶伊娜,等.角膜塑形镜配戴后角膜上皮点状染色临床分析. *中国斜视与小兒眼科杂志* 2021;29(4):10,25,28-29
- 32 谭舟利.配戴角膜塑形镜发生上皮点状着色的影响因素分析. *中国医药科学* 2021;11(8):28-31
- 33 陈晓琴,刘金丽,张姝贤,等.青少年近视患者配戴角膜塑形镜5年的有效性及安全性. *眼科新进展* 2021;41(3):236-239
- 34 Malek TR. The biology of interleukin-2. *Annu Rev Immunol* 2008;26:453-479
- 35 唐文婷,李佳倩,周里深,等.配戴角膜塑形镜对泪液渗透压及炎症因子的影响. *国际眼科杂志* 2021;21(7):1280-1283