

光学相干断层扫描在角膜塑形镜验配中的应用

郝静¹, 王改欣¹, 李云飞², 李瑾¹, 左玉霞¹, 白瑜¹, 乔莹莹¹, 王瑾²

引用: 郝静, 王改欣, 李云飞, 等. 光学相干断层扫描在角膜塑形镜验配中的应用. 国际眼科杂志, 2024, 24(8): 1345-1348.

作者单位:¹(050000) 中国河北省石家庄市第二医院眼科;

²(050000) 中国河北省石家庄市人民医院眼科

作者简介: 郝静, 硕士, 主治医师, 眼视光医师, 研究方向: 斜视与小儿眼科。

通讯作者: 郝静. jing2fly@126.com

收稿日期: 2024-01-17 修回日期: 2024-06-26

摘要

目的: 通过光学相干断层扫描(OCT)测量角膜塑形镜下泪液间隙厚度, 探讨泪液间隙厚度与角膜塑形镜配适度之间的关系, 为角膜塑形镜的验配提供一种更直观、量化的临床评估手段。

方法: 收集 2023-01/12 在我院验配角膜塑形镜的近视患者。在进行配镜之前, 对所有患者都实施了全面的眼科诊断, 涵盖了视力检测、裂隙灯检查、非接触眼压测量、眼底检查、双眼眼位检查、测量角膜直径、角膜地形图检查、泪膜破裂时间评估以及综合验光检查等项目。根据个人的检查结果选择试戴片的参数, 待患者戴镜适应后进行荧光素染色配适度评估。将被检眼分为镜片过松组、镜片适配组、镜片过紧组。使用 OCT 测量三组被检眼泪液间隙厚度, 评估三组数据之间差异性。

结果: 本研究共纳入近视患者 49 例 77 眼。验配前测得平均球镜度为 -3.10 ± 1.25 D, 平均柱镜度为 $-0.43 (-0.75, 0)$ D, 平均水平子午线角膜曲率(HK)为 42.48 ± 0.81 D, 平均垂直子午线角膜曲率(VK)为 $42.98 (42.25, 43.50)$ D。镜片适配组 21 例 34 眼(13 例双眼, 8 例单眼)、镜片过松组 14 例 22 眼(8 例双眼, 6 例单眼)、镜片过紧组 14 例 21 眼(7 例双眼, 7 例单眼)。三组受检者的主要基础资料比较无差异(均 $P > 0.05$)。使用 OCT 测量得出, 镜片适配组、镜片过松组、镜片过紧组泪液间隙厚度分别为 $231.18 (219.0, 243.0)$ 、 $220.41 (214.0, 224.3)$ 、 $249.00 (241.5, 258.0)$ μm , 三组厚度数值比较有差异($P < 0.05$)。

结论: OCT 技术提供了一种安全可靠的测量泪液间隙厚度的方法, 它可以帮助评估角膜塑形镜的适配情况, 为角膜塑形镜的验配评估提供了一种无创的、更直观和定量的评估手段。

关键词: 角膜塑形镜; 光学相干断层扫描(OCT); 泪液间隙厚度; 角膜荧光素染色

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.8.32

Application of optical coherence tomography in orthokeratology fitting

Hao Jing¹, Wang Gaixin¹, Li Yunfei², Li Jin¹, Zuo Yuxia¹, Bai Yu¹, Qiao Yingying¹, Wang Jin²

¹Department of Ophthalmology, Shijiazhuang Second Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China; ²Department of Ophthalmology, Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

Correspondence to: Hao Jing. Department of Ophthalmology, Shijiazhuang Second Hospital, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China. jing2fly@126.com

Received: 2024-01-17 Accepted: 2024-06-26

Abstract

• **AIM:** To assess the gap between the peak of the base curve to the surface of the cornea, as well as examines the correlation between the thickness of the tear film and the fitting of the orthokeratology lens through optical coherence tomography (OCT), providing an intuitive and quantitative clinical evaluation method for the fitting of the orthokeratology lens.

• **METHODS:** Myopia patients who fitted orthokeratology at our hospital from January to December 2023 were included. Examinations, including naked vision, slit lamp, non-contact intraocular pressure, ocular fundus, eye position, corneal diameter, corneal topography, tear film rupture time, optometry, etc., were performed on all patients before fitting. The trial lens parameter was selected according to the examination results, and fluorescein staining was performed to evaluate lens fitting state after patients adapted to wearing glasses. According to the performance of fluorescein staining, the inspected eyes are divided into three groups: lens loose group, lens fitting group, and lens tight group. In addition, the tear film thickness of three groups of subjects was measured by OCT, and the differences between the three groups of data were evaluated.

• **RESULTS:** A total of 49 myopic patients (77 eyes) were included. The average sphere degree was -3.10 ± 1.25 D, the average cylinder degree was $-0.43 (-0.75, 0)$ D, the average horizontal keratometry (HK) was 42.48 ± 0.81 D, and vertical keratometry (VK) was $42.98 (42.25, 43.50)$ D. There were 21 cases (34 eyes) in the lens fitting group, with 13 cases of bilateral eyes, 8 cases of one eye, 14 cases (22 eyes) in the lens loose group, with 8 cases of bilateral eyes, 6 cases of one eye, and 14 cases

(21 eyes) in the lens tight group, with 7 cases of bilateral eyes, 7 cases of one eye. There was no statistical difference in the main basic data of the subjects in the three groups (all $P>0.05$). OCT showed that the tear film thickness of the lens fitting group, the lens loose group, and the lens tight group was 231.18 (219.0, 243.0), 220.41 (214.0, 224.3), and 249.00 (241.5, 258.0) μm , respectively, and there was statistical significance in the thickness among the three groups ($P<0.05$).

• CONCLUSION: OCT can serve as a safe and reliable method for measuring the tear film thickness, which can help evaluate the suitability of orthokeratology and provide a non-invasive, more intuitive, and quantitative evaluation method for the fitting and evaluation of orthokeratology.

• KEYWORDS: orthokeratology; optical coherence tomography (OCT); tear film thickness; cornea fluorescein stain

Citation: Hao J, Wang GX, Li YF, et al. Application of optical coherence tomography in orthokeratology fitting. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024,24(8):1345-1348.

0 引言

全球范围内,近视已普遍成为一个常见的健康问题。根据最新数据,目前全球近视发病率已经超过 28.3%,并且预计到 2050 年这一比例将上升至 49.8%。此外,高度近视的比例也将从现在的 4.0% 增加到 9.8%^[1]。这些数据预示着未来近视及高度近视的情况将变得更加严重,将对个人和社会产生更加显著影响。作为一种控制青少年近视的有效方法,角膜塑形镜是一种特别设计的高透氧硬质隐形眼镜,可以在夜间配戴以改变角膜的形状,从而减少近视程度。这种矫正方法不仅安全性高,而且矫正效果明显^[2-5]。其主要是依据视网膜周围离焦理论来实现的,通过降低视网膜周边区域的远视离焦现象,有效遏制眼轴增长,进而抑制近视加深^[6-7]。在我国,规范的角膜塑形镜验配是由专业的验配师进行。验配师将依据患者各项检查,结合佩戴后角膜荧光素染色的表现,通过裂隙灯评估镜片居中性、覆盖范围、活动度、配戴视力检查以及配戴者本身的感受,综合判断定制镜片的适用性,并据此进行参数上的优化和个别化调整^[8]。这种验配方法主要是基于验配师的经验,具有较强的主观性。在临床操作中,验配师主要依靠自己的临床经验来决定最终定片参数,这使得整个过程缺乏客观的评估手段。目前,国内在角膜塑形镜的验配方面,仍缺乏一种可以进行客观、定量分析的评估方法。因此,开发和应用一种客观、量化的评估方法对于提高角膜塑形镜的验配精度和效果具有重要意义。本研究采用光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)测量角膜塑形镜基弧区镜片至角膜表面的距离,评估泪液间隙厚度与角膜塑形镜配适度之间的关系,旨在为角膜塑形镜的验配提供一种相对客观的评估方法,以弥补当前验配过程中主观性和经验依赖的不足。

1 对象和方法

1.1 对象 收集 2023-01/12 在我院验配角膜塑形镜的近视患者。纳入标准:(1)年龄 ≥ 8 岁。(2)近视度数即球

镜度(sphere degree, SD)0.5-6.0 D。(3)散光度数即柱镜度数(cylinder degree, CD)0-2.0DC,且为规则散光。(4)患者经矫正后需拥有等于或大于 1.0 的最优矫正视力,即最佳矫正视力(BCVA)。(5)应试者愿意配合进行 OCT 检查,并能够良好地遵从检测要求。排除标准:(1)有各种类型斜视或弱视问题的患者;(2)患有先天性白内障、眼睑内翻倒睫、结膜炎、角膜炎等眼部疾病者;(3)对角膜塑形镜的使用存在禁忌的情况。本研究已获得医院伦理委员会的批准;参与者的父母或法定监护人明白了解试验步骤,均自愿参与本项研究,并且已经签署了知情同意书。**1.2 方法** 所有患者在验配前均进行详细的眼部检查,包括视力、裂隙灯、非接触眼压、眼底、眼位、角膜直径、角膜地形图、泪膜破裂时间、综合验光等。由同一位专业的角膜塑形镜验配师根据试戴者的角膜地形图及综合验光结果,确定其角膜曲率、角膜散光量、离心率 e 值,然后根据角膜曲率平坦值及散光量选择初次试戴片。患者需要适应镜片后再进行试戴评估:(1)镜片应定位于角膜正中心,或略微下移,偏位不超过 ± 0.5 mm 以内,以确保镜片的光学区始终覆盖瞳孔区;(2)眨眼时镜片产生移位后可回到中央位置,活动范围应限制在 1-2 mm;(3)镜片基弧区与角膜之间的接触应当有一个为 3-5 mm 直径的接触带,在荧光素染色后使用裂隙灯进行钴蓝光检测时,这部分应显现出淡淡的黑色;(4)反转弧区应形成一个 360° 均匀分布的,宽度为 0.6-1.0 mm 的浓绿色荧光充盈的同心圆环;(5)定位弧区应与角膜平行接触,宽约 0.6-1.5 mm,在荧光素染色下呈现淡绿或淡黑状态;(6)在周边弧区应看到一个 0.2-0.5 mm 宽的全周均匀浓亮绿色圆环(图 1)。试戴评估满意后行戴镜后片上验光,核对基弧选择是否合适。根据配适度判断将被检眼分为:镜片过松组、镜片适配组、镜片过紧组。使用 OCT 选择 Anterior Segment Cube 512x128 程序检查三组患者配戴角膜塑形镜时角膜立方扫描(图 2)。由同一名眼科技师对所有患者行 OCT 检查,手动测量 3 次角膜塑形镜基弧区中央至角膜表面的距离,所得三组数据取平均值(图 3)。

统计学分析:应用统计学软件 SPSS21.0 进行数据分析。计量资料符合正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 进行描述,不符合正态分布的计量资料请采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表达。戴镜前三组间基础参数的比较用单因素方差分析,戴镜后三组角膜塑形镜基弧顶点至角膜表面距离比较采用 Kruskal-Wallis H 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入试戴角膜塑形镜患者 49 例 77 眼,其中男 22 例,女 27 例,年龄 8-35(平均 14.4 ± 6.15) 岁。平均球镜度为 -3.10 ± 1.25 D,平均柱镜度为 $-0.43(-0.75, 0)$ D,平均水平子午线角膜曲率(HK)值为 42.48 ± 0.81 D,平均垂直子午线角膜曲率(VK)值为 $42.98(42.25, 43.50)$ D。纳入的镜片适配组 21 例 34 眼(13 例双眼,8 例单眼)、镜片过松组 14 例 22 眼(8 例双眼,6 例单眼)、镜片过紧组 14 例 21 眼(7 例双眼,7 例单眼)。三组患者的主要基础资料比较,差异无统计学意义(均 $P>0.05$,表 1)。使用 OCT 测量得出,镜片适配组、镜片过松组、镜片过紧组泪液间隙厚度分别为 231.18 (219.0, 243.0)、220.41 (214.0, 224.3)、249.00 (241.5, 258.0) μm ,差异有统计学意义($P<0.05$)。

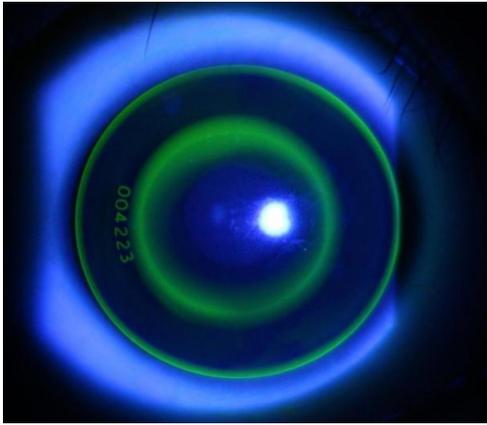


图1 荧光素染色状态下角膜塑形镜良好配适状态。

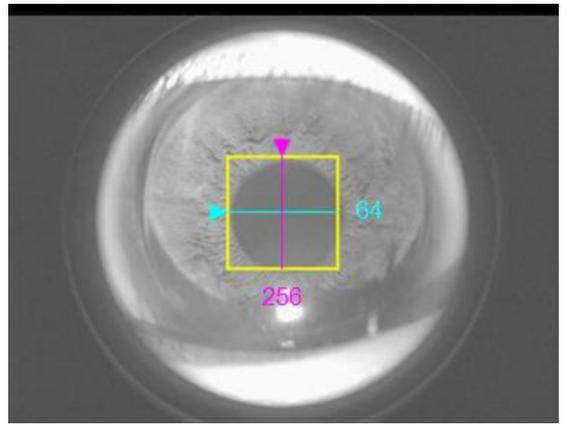


图2 应用 OCT 检查患者配戴角膜塑形镜时角膜立方扫描。

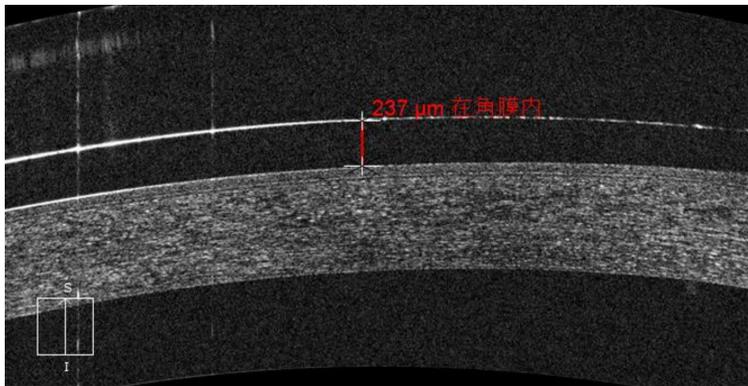


图3 由同一名眼科技师对 OCT 检查测量结果手动测量角膜塑形镜基弧区至角膜表面的距离。

表 1 三组患者的主要基础资料的比较

组别	年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	球镜度($\bar{x} \pm s$, D)	柱镜度 [$M(P_{25}, P_{75})$, D]	HK 值($\bar{x} \pm s$, D)	VK 值 [$M(P_{25}, P_{75})$, D]
镜片适配组	13.56±6.20	-3.11±1.25	-0.54(-1.0, 0)	42.56±0.744	43.09(42.50, 43.56)
镜片过松组	14.59±7.07	-3.04±1.38	-0.28(-0.56, 0)	42.50±0.99	42.89(42.19, 43.63)
镜片过紧组	15.62±5.00	-3.13±1.17	-0.39(-6.3, 0)	42.32±0.73	42.89(42.25, 43.50)
F/H	0.735	0.030	4.66	0.591	1.55
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

3 讨论

角膜塑形镜是一种硬性角膜接触镜,其设计采用了逆向几何原则,具有高氧透性。中央弧度小,周边弧度大的反几何形态设计使得配戴者的角膜上皮发生移形、重塑,使中央角膜的屈光力降低,周边角膜的屈光力增加。角膜上皮的 reshaping 导致视网膜周边区域产生近视性离焦,从而控制近视发展^[4]。既往研究证明,角膜塑形镜的反几何形态设计对于控制儿童和青少年近视的发展具有显著效果^[9]。目前角膜塑形镜已广泛应用于近视防控,而临床上缺少一种可定量分析的、相对客观的评估角膜塑形镜验配的方法。Elbendary 团队^[10]的研究表明,使用 OCT 技术能够对圆锥角膜受试者在各种硬性透氧性角膜接触镜(RGP)镜片配戴状态中的泪液层厚度进行测量与监测,进而判定镜片配戴的恰当性。连燕等^[11]使用超长扫描深度谱域 OCT 评估了角膜塑形镜镜片的偏心量及配适特点,得出 OCT 可以量化角膜塑形镜在眼时的镜片偏心程度,与传统荧光素染色评估有中等程度一致性的结论。可以看出,OCT 检查可定量分析角膜塑形镜镜下泪液间隙的厚度,是一种客观的、可重复测量的、无接触性的、可活体测量的仪器,可

以评估角膜塑形镜的适配情况。

眼球的表面被一道液态的薄膜——泪膜所覆盖,此膜负责维持眼部的滋润与舒适感。泪膜的稳定性对于角膜塑形镜的近视控制效果和长期佩戴的安全性具有重要意义^[12]。镜片下的泪液能否形成一个完整封闭的圆环区域,对于角膜塑形的效果具有重要影响。目前关于配戴角膜塑形镜后的泪液研究已经相当丰富,但大部分的研究焦点都集中在角膜塑形镜对泪液的影响上。然而,关于角膜塑形镜验配与镜下泪液量的关系研究相对较少。本研究中镜片过松组、镜片适配组、镜片过紧组角膜塑形镜下泪液间隙的厚度,三组间有明显差异。镜片过松组泪液间隙厚度较镜片适配组薄,镜片过紧组镜下泪液间隙厚度较镜片适配组厚。戴镜时使用润眼液对测量结果是否产生影响? Chen 等^[13]的超高分辨率 OCT 研究发现,即使在配戴前加入人工泪液以提高舒适度,硬性隐形眼镜下的泪膜厚度并未明显增加。因此,在进行泪液厚度测量前,戴镜时添加的润眼剂液体量可被认为是微不足道的。研究数据量化了角膜塑形镜验配时荧光素染色的表现,OCT 检查评价结果具有客观性,而且更易于理解,相比之下,荧光素

染色图像对于初级验配者需要较多的时间掌握经验并做出分析和判断。可见 OCT 检查能够评估戴镜状态及挑选合适的角膜塑形镜参数,能有效减少初选试戴时选片错误的频率,从而缩短镜片配适所需的时间,以提升病患的满意度。

本研究仍有一定的局限性,研究中镜下泪液间隙厚度的测量由于仪器的分辨率限制,尚无法精确分析,期待进一步的研究结合超高分辨率的仪器进行分析。研究中使用人工手动测量镜下泪液间隙厚度仍存在一定误差,测量中因眨眼或重力作用导致镜片的位移影响测量值。Piotrowiak 等^[14]持有的观点是,OCT 无法达到传统人工荧光素染色评估所能提供的精确度。造成这一问题的原因可能是因为硬性隐形眼镜在眨眼或是重力作用下位置会发生移动,导致 OCT 的测量点相应变动,进而影响量化结果的稳定性。今后研发眼科成像设备图像追踪功能,数据自动化测量,以提高测量的准确性和效率,有效排除客观和人为因素产生的误差。随着时间的推移,我们将采用融合人工智能的先进成像技术,以创新和多维度的手段科学监测各项指标。这些方法将被引入助力隐形眼镜适配过程的视觉分析,并为定制化硬性隐形眼镜的设计搭建起初步的数据框架。

综上所述,本研究探索了 OCT 在评估角膜塑形镜配适特点方面的可行性,提供了一种镜片配适的定量评估方法,将镜片及其与角膜之间的配适状态可视化。这种方法有助于实现临床验配的标准化,并为镜片设计的改进研究提供支持。

参考文献

[1] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 2016,123(5):1036-1042.
[2] Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al. Accommodation and

related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2004,45(7):2143-2151.

[3] Walline JJ, Jones LA, Sinnott LT. Corneal reshaping and myopia progression. *Br J Ophthalmol*, 2009,93(9):1181-1185.
[4] Nti AN, Berntsen DA. Optical changes and visual performance with orthokeratology. *Clin Exp Optom*, 2020,103(1):44-54.
[5] 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.
[6] Zhang Y, Chen YG. Effect of orthokeratology on axial length elongation in anisomyopic children. *Optom Vis Sci*, 2019,96(1):43-47.
[7] Yu LH, Jin WQ, Mao XJ, et al. Effect of orthokeratology on axial length elongation in moderate myopic and fellow high myopic eyes of children. *Clin Exp Optom*, 2021,104(1):22-27.
[8] 吕帆.接触镜学.第2版.北京:人民卫生出版社,2011.
[9] Chen Z, Zhang Z, Xue F, et al. The relationship between myopia progression and axial elongation in children wearing orthokeratology contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023,46(1):101517.
[10] Elbendary AM, Abou Samra W. Evaluation of rigid gas permeable lens fitting in keratoconic patients with optical coherence tomography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2013,251(6):1565-1570.
[11] 连燕,姜珺,沈梅晓,等.应用超长扫描深度谱域 OCT 评估夜戴型角膜塑形镜配适状态. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2014,16(2):68-72.
[12] Li J, Dong P, Liu H. Effect of overnight wear orthokeratology lenses on corneal shape and tears. *Eye Contact Lens*, 2018,44(5):304-307.
[13] Chen Q, Wang JH, Tao AZ, et al. Ultrahigh-resolution measurement by optical coherence tomography of dynamic tear film changes on contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010,51(4):1988-1993.
[14] Piotrowiak I, Kaluzny BJ, Danek B, et al. Spectral optical coherence tomography vs. fluorescein pattern for rigid gas-permeable lens fit. *Med Sci Monit*, 2014,20:1137-1141.