

角膜塑形镜控制近视的临床研究进展

张玉娇

引用:张玉娇. 角膜塑形镜控制近视的临床研究进展. 国际眼科杂志, 2024,24(9):1453-1456.

作者单位:(200336)中国上海市,上海普瑞眼科医院视光科

作者简介:张玉娇,女,硕士,主治医师,眼视光技术中级师,研究方向:青少年近视防控、角膜接触镜验配。

通讯作者:张玉娇. yujiaozhang@aliyun.com

收稿日期:2023-10-16 修回日期:2024-07-22

摘要

角膜塑形镜(OK镜)控制近视进展是目前近视防控的重要手段之一。近年来随着角膜塑形镜材料和设计的持续革新,其有效性与安全性在多项研究中得到广泛验证。研究显示,角膜塑形镜在控制近视进展中效果显著,尤其中度近视儿童更佳。该方法不仅能有效减缓眼轴增长,对调节功能也有积极影响,但亦存在对视觉质量产生一定影响的潜在风险。因此,在选择镜片设计和患者适配性时,需权衡视觉质量与近视控制效果,力求最佳平衡。尽管角膜塑形镜在近视防控中取得了显著进展,但关于其长期控制效果的稳定性、对视觉质量影响的程度与机制等仍存在争议。同时,其与其他近视防控手段的联合应用展现出增强效应的潜力。然而,关于停用后的近视反弹情况,仍需要更多临床数据支持。文章旨在对角膜塑形镜的设计、近视进展控制的有效性、安全性及联合应用等方面进行全面综述。

关键词:角膜塑形镜;近视;有效性;安全性;近视控制

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.9.19

Advances in clinical research on the control of myopia with orthokeratology

Zhang Yujiao

Department of Optometry, Shanghai Bright Eye Hospital, Shanghai 200336, China

Correspondence to: Zhang Yujiao. Department of Optometry, Shanghai Bright Eye Hospital, Shanghai 200336, China. yujiaozhang@aliyun.com

Received:2023-10-16 Accepted:2024-07-22

Abstract

• Orthokeratology (OK lens) is considered to be one of the most effective optical treatments for myopia control. Its safety and efficiency in controlling myopia progression

have been rigorously verified by numerous studies. As the materials and technology of lens have evolved, orthokeratology has demonstrated remarkable results in myopia control, particularly among children with moderate myopia. Not only does orthokeratology effectively decelerate axial length growth, but it also positively impacts regulatory function. However, it is crucial to acknowledge that there may be some compromise in visual quality. Therefore, the perfect balance between lens design and patient adaptability must be considered to maintain visual clarity and optimize myopia control. While orthokeratology has made significant strides in myopia control, there are still lingering questions about its long-term stability, the precise impact of visual quality, and the others. Furthermore, combining orthokeratology with other strategies offers better effects. Nevertheless, further clinical data is needed to estimate the rebound effects of withdrawal. This review summarizes the technology, safety, efficacy and combination therapy of orthokeratology on myopia control.

• KEYWORDS: orthokeratology; myopia; efficacy; safety; myopia control

Citation: Zhang YJ. Advances in clinical research on the control of myopia with orthokeratology. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024,24(9):1453-1456.

0 引言

近年来,随着电子产品的应用普及、课业负担的加重,近视发生率逐年攀升,且呈现低龄化趋势,已成为日益严重的公共卫生问题。近视的患病率存在显著的年龄、种族和地域差异,东亚地区儿童近视率最高,其中新加坡华人近视率高达86%^[1]。新型冠状病毒肺炎疫情期期间,密集线上教学近距离使用电子产品时间增加,近视进展速度较线下上课期间明显增加^[2]。我国儿童约7岁开始近视率指数增加,近视发生早、进展快的儿童在成年后患损害视力的眼病风险更大,因此需要尽早采取近视防控措施^[3-4]。

角膜塑形镜(orthokeratology, Ortho-K)是目前减缓近视进展最有效的方法之一^[3,5],是采用逆几何学设计的硬性角膜接触镜,通过夜间配戴,使角膜中央变平坦,增大曲率半径,暂时性降低屈光度的临床矫正方法。虽然角膜塑形镜的材料和技术不断完善,但随着临床应用增多,问题也可能随之出现,有效性和安全性仍值得关注,本文就角

膜塑形镜矫治近视的有效性和安全性现状进行综述。

1 角膜塑形镜的作用机制及镜片设计

1.1 作用机制 角膜塑形镜控制近视的原理尚未完全明确,可能的因素有视网膜周边离焦、高阶相差、调节作用、脉络膜效应和生物力学作用^[6]。角膜塑形镜通过压迫使角膜曲率变平,此外,机械压力减少了与缺氧相关的角膜中央水肿,使中央角膜厚度减少、上皮层变薄,而周边角膜厚度增加、上皮层增厚、角膜基质层增厚。角膜塑形会导致周边屈光度改变,中央扁平化程度与近视屈光度的减少量相关^[7]。

1.2 镜片设计 主要包括两类光学基本设计:视觉重塑治疗(vision shaping treatment, VST)和角膜屈光矫治(corneal refractive therapy, CRT),两者设计不同。CRT设计基于角膜的高度采用切线设计,包括三个区:基弧区(BC)、反转区(RZD)、着陆区(LZA),各区相对独立,前后表面和谐设计,不同部位厚度相同。VST设计采用曲率半径设计,反几何设计,包括四区多弧:基弧区(BC),反转弧区(RC),定位弧区(AC1、AC2)和边弧区(PC)。各弧段参数间存在联动关系,前后表面非和谐设计,不同部位厚度不同,中央较厚,各弧连接处较薄。主要适用于单纯近视或近视合并角膜散光<1.5D的患者,对于中度和高度角膜散光的近视患者,球面设计镜片易偏位,使用环曲面设计镜片可实现更好的镜片定位和塑形效果^[8]。与VST相比,CRT对近视的控制作用稍弱,但安全性较好^[9]。通过减小角膜塑形镜的后光学区(back optic zone diameter, BOZD),5 mm-BOZD组与常规后光学区直径6 mm-BOZD组相比,角膜塑形镜治疗1 a后眼轴延长减少约0.1 mm,5 mm小直径光学区设计不仅不会影响镜片性能的完整性还可显著延缓眼轴增长^[10]。压迫系数更高(1.75 D)与传统角膜塑形镜(0.75 D)相比,角膜塑形镜治疗2 a后眼轴延长减缓34%^[11]。优化角膜塑形镜可实现个性化设计理念,达到更好舒适性和近视控制效果^[4]:小光学区设计、增加压迫系数、基弧非球面设计、数字化验配。

2 角膜塑形镜控制近视的有效性评估

角膜塑形镜在夜间配戴8-10 h,可达到日间裸眼视力正常,具有起效快、可逆转、可调控的特点。具有以下特点的近视儿童使用角膜塑形镜表现出更好的近视控制效果:年龄小、基础近视屈光度高、基础角膜屈光力大、瞳孔直径比正常大、角膜塑形后高彗差及球差、镜片小光学区、镜片较宽反转弧、女性、镜片透氧率高、调节滞后量较大等^[12]。

2.1 对近视的控制效果 角膜塑形镜对中度近视儿童控制效果优于低度近视儿童^[13-14]。对高度近视儿童选择角膜塑形镜部分矫正结合白天配戴框架眼镜,眼轴增长速度慢于低中度近视儿童^[15]。多项研究证实角膜塑形镜能显著减缓眼轴增长,控制近视发展,2 a内减缓眼轴增长32%-63%^[16]。近视控制比率随着治疗持续时间的延长而降低,第0.5 a治疗结果为58.72%,逐年下降至第5 a 29.79%。随访期不超过1 a的总体近视控制率为55.8%,超过1 a近视控制率为44.7%^[17-18]。角膜塑形镜还可以

缩小屈光参差的眼轴差,戴镜前屈光参差差异越大,双眼轴差缩小越明显^[19]。在角膜地形图上预估角膜塑形镜对近视控制效果,可通过观察离焦环距离角膜边缘宽度,离焦环越靠近角膜边缘,近视的控制效果相对越弱^[20]。配戴角膜塑形镜前年龄越大、基础等效球镜度数越高、瞳孔越大者,治疗后眼轴长度变化程度越小,可能因为年龄越大,近视进展越慢^[21]。角膜塑形镜治疗区偏心量越大、垂直方向偏移、治疗区直径越小可诱导更多周边视网膜近视性离焦,眼轴增长越慢,治疗区的偏位相对正位、较小的光学区直径设计会达到较好的近视控制效果,建议镜片偏心距离<1.5 mm以避免镜片与角巩膜缘接触引起不良反应^[21-22]。但停用角膜塑形镜后是否出现近视进展反弹仍不明确,需要更多人群长时间的临床随访观察。

2.2 对调节功能的影响 影响儿童近视发生发展的最重要因素是视网膜周边离焦和调节滞后,配戴角膜塑形镜相比戴普通框架镜能更好地改善调节滞后、提高调节幅度、加强正相对调节力^[23-26]。单眼近视屈光参差配戴角膜塑形镜,戴镜眼裸眼视力改善同时,还能减少单眼近视的调节滞后量并趋于正常化,增加调节幅度和灵敏度,改善调节功能,更好地控制近视进展^[27]。

2.3 对视觉质量的影响 高阶像差在延缓近视进展中起着重要的作用,在青少年近视患者中,较高的正球差与减缓眼轴增长存在负相关^[28-29]。Hahn等^[30]首次量化儿童高阶像差在使用角膜塑形镜1 mo后总高阶像差显著增加,球差增加约3.9倍,6 mo时趋于稳定,连续球差测定可评估角膜塑形镜控制近视作用。研究证实增加角膜塑形镜压迫因子1.0 D,诱导的球差增加40%,2 a内近视控制效果将提高34%^[31]。配戴角膜塑形镜会造成客观视觉质量下降,如总像差降低,总高阶像差、3阶像差及4阶像差均增加,低对比度视力下降,基础近视度数越高,主观视觉不适的症状发生率越高。配戴角膜塑形镜后日间客观视觉质量提高,夜间视觉质量下降^[32-33]。配戴角膜塑形镜后近视矫正不足、较小或偏位的治疗区会降低视觉质量,主要表现为重影、复视、眩光等临床症状,治疗区偏位幅度与球差及彗差增加量呈正相关,与对比敏感度呈负相关^[22]。因此,在尽可能保证视觉质量的前提下,减小光学区直径以获得更好的近视防控效果。

3 角膜塑形镜安全性评估

角膜塑形镜因为被广泛用于儿童近视控制,和其夜间配戴方式使它的安全性一直备受关注。大多数不良反应发生在初戴期或戴镜0.5-1 a内^[17],不良反应发生率为11.4%-13.3%,可能出现的并发症包括角膜染色、镜片黏附、结膜炎、泪膜稳定性下降、视觉质量异常、微生物角膜炎。多项研究发现长期戴镜中央角膜神经密度降低并且在停戴短期内无法恢复^[34]。还有其他无显著临床意义的副反应,如上皮色素沉积和白色纤维线,以及角膜生物力学特性的短暂变化^[35]。其中大多数为无临床意义的不良反应且不需要停止戴镜,部分通过短期停止戴镜和用药后恢复继续配戴^[36]。儿童的并发症比成人更少且更轻,可能受益于父母对镜片的护理和保养^[37]。

3.1 角膜染色 角膜浅表点状染色是配戴角膜塑形镜最常见的并发症,发生率为1 591.39例/1万例^[38]。角膜染色的表现模式有散发性或弥漫性点状染色,斑片状中央染色和周围的压痕环。较高的屈光度(≥ 4 D)和高角膜曲率患者角膜染色风险较高,可能原因为矫正较高度近视需更大角膜偏平化程度,以及当角膜中央和周边的曲度变陡时,角膜应力反应较大^[37-38]。角膜点染(≥ 2 级)与镜片配适状态、初戴镜年龄、屈光度数以及戴镜时长密切相关^[39]。持续的角膜中央染色与不标准的角膜塑形镜配戴和镜片黏附相关,需要停止戴镜和/或使用滴眼液后恢复继续配戴^[40],通过改善配戴技巧、调整镜片促进泪液交换改善,清除镜片黏附物,降低角膜染色发生率^[41]。

3.2 泪膜稳定性 较多研究显示配戴角膜塑形镜后泪膜稳定性下降^[42-43],戴镜早期泪膜功能降低,但戴镜后6 mo逐渐恢复至戴镜前水平^[44]。治疗前泪膜稳态影响角膜形态测量准确性,基线等效球镜度数越高,戴镜后泪膜稳定性影响越大。角膜塑形镜对角膜的塑形作用主要基于泪膜在角膜和镜片间产生的吸力和压力,有关泪膜稳态失衡影响角膜塑形镜塑形效果的循证证据仍较局限,泪膜不稳定可能增加角膜塑形镜角膜病变风险,降低耐受性、舒适性,泪液量不足影响角膜塑形镜降低度数的幅度和速度。应持续关注并定期监测泪膜状态,在角膜塑形镜治疗期间对泪膜稳态不佳者及时补充促泪液分泌药物更好地稳定泪膜^[45]。

3.3 微生物角膜炎 微生物角膜炎(microbial keratitis, MK)是一种严重的视觉威胁性疾病,是配戴角膜塑形镜最严重的并发症,年发病率约13.9例/1万例^[46]。角膜塑形镜夜间配戴方式导致MK感染风险增加,可能与夜间长时间配戴使更多细菌在镜片上定植,并适应环境产生毒性有关^[47]。也有研究表明角膜缺氧、闭眼和隐形眼镜可损害角膜上皮屏障功能,对感染的防御力降低^[48]。一项Meta分析纳入29篇文献,配戴角膜塑形镜后发生MK平均时间为19.4 mo,男女比例1:1.7,其中铜绿假单胞菌和棘阿米巴是最常见病原菌。尽管有早期的干预和治疗,大多数感染导致了角膜疤痕形成,近10%需要手术治疗^[49]。因此,对角膜塑形镜的使用者及监护人应加强教育和风险告知,严格遵守护理方案,保持高度警惕,及时就诊以减少并发症导致的不可逆的视力损害风险。

4 联合治疗

4.1 与单光框架眼镜联用于高度近视矫治 青少年高度近视的患者使用角膜塑形镜,联合白天配戴单光框架眼镜,可有效矫正近视屈光度,提高患者裸眼视力、总体视觉质量,且不增加并发症发生率,优于单用单光眼镜^[50]。研究显示角膜塑形镜联合单光眼镜与单光眼镜矫正相比,2 a眼轴增长率降低63%(治疗组0.19 mm,对照组0.51 mm),表明角膜塑形镜在延缓高度近视儿童近视进展方面有效^[51]。

4.2 与0.01%阿托品滴眼液联用 角膜塑形镜与低浓度阿托品联合治疗可以增强近视控制效果^[52]。Tan等^[53]发现联合治疗效果优于单用角膜塑形镜治疗,2 a内平均眼

轴增长联合治疗组 0.17 ± 0.19 mm,角膜塑形镜组 0.35 ± 0.20 mm,在前6 mo效果最显著,耐受性良好,只有少数可逆的眼部副反应可忽略不计,瞳孔增大和脉络膜增厚可能有助于增强联合治疗的疗效。Kinoshita等^[54]发现1 a配戴角膜塑形镜与0.01%阿托品联合治疗可以减少53%的眼轴增长,但仅在初始屈光度为 -1.00 -- 3.00 D的儿童中有增强效果,而在初始屈光度为 -3.01 -- 6.00 D儿童中无明显作用。联合治疗对减缓近视进展的协同作用还需要进一步验证。

4.3 其他 黄宗安等^[55]研究发现角膜塑形镜联合中医针灸治疗在稳定患者停戴后的裸眼视力、近视度数以及控制眼轴增长方面有效,可以更好地控制近视发展。申笛等^[56]研究发现后巩膜加固术联合角膜塑形镜对青少年病理性近视较单纯后巩膜加固术可以更有效控制近视的发展。但这些联合治疗仅有少量文献报道,需有更多临床试验验证其有效性及安全性。

5 总结和展望

角膜塑形镜对近视进展控制效果显著,在临床上广泛使用,是一种可逆、安全的矫正不同近视程度的有效方式。需要制定个性化的设计达到更好舒适性和近视控制效果。在角膜塑形镜治疗过程中,需要制定严格的复诊计划和护理宣教,减少并发症的发生。虽然角膜塑形镜控制近视进展的疗效明确,但其基本机制仍需深入研究和探讨。

参考文献

- [1] Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br J Ophthalmol*, 2016, 100(7): 882-890.
- [2] 杨微, 刘波, 陈利, 等. 新冠肺炎疫情期密集线上教学对配戴角膜塑形镜儿童近视的影响. *国际眼科杂志*, 2021, 21(7): 1301-1304.
- [3] Lawrenson JG, Shah R, Huntjens B, et al. Interventions for myopia control in children: a living systematic review and network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev*, 2023, 2(2): CD014758.
- [4] Cho P, Tan Q. Myopia and orthokeratology for myopia control. *Clin Exp Optom*, 2019, 102(4): 364-377.
- [5] 李清波. 角膜塑形镜验配流程专家共识(2021)解读. *中国眼镜科技杂志*, 2022(4): 131-135.
- [6] 吴晋芳, 张馨予, 包芳军, 等. 角膜塑形镜控制近视原理的探讨. *中国斜视与小兒眼科杂志*, 2022, 30(4): 41-42, 32-34.
- [7] VanderVeen DK, Kraker RT, Pineles SL, et al. Use of orthokeratology for the prevention of myopic progression in children: a report by the American academy of ophthalmology. *Ophthalmology*, 2019, 126(4): 623-636.
- [8] 吴晓兰, 邬一楠, 王育文, 等. 环曲面角膜塑形镜在伴散光的青少年近视患者中的应用研究. *眼科新进展*, 2018, 38(8): 751-753.
- [9] Lu WW, Ning R, Diao K, et al. Comparison of two main orthokeratology lens designs in efficacy and safety for myopia control. *Front Med*, 2022, 9: 798314.
- [10] 唐文婷, 李佳倩, 李世贝, 等. 减小后光学区直径角膜塑形镜矫治近视的临床观察. *国际眼科杂志*, 2022, 22(8): 1357-1360.
- [11] 龚蔚, 陈军, 杜林琳, 等. 国际近视研究院2023摘要. *中华实验眼科杂志*, 2023, 41(9): 904-919.
- [12] 郑杰, 张钰, 陈跃国, 等. 角膜塑形镜控制儿童近视发展的影响因素. *国际眼科杂志*, 2018, 18(5): 826-829.

- [13] 王莹莹, 费璇. 夜戴型角膜塑形镜控制青少年中低度近视的效果. 实用医药杂志, 2021,38(8):706-708,711.
- [14] 尹叶薇, 赵旸, 傅艳燕, 等. 青少年低中度近视患者夜戴角膜塑形镜的临床效果. 中南大学学报(医学版), 2020,45(8):966-972.
- [15] 杨琳娟, 张小玲, 李文静, 等. 青少年近视配戴角膜塑形镜前后眼轴长度的变化. 国际眼科杂志, 2019,19(5):830-833.
- [16] Hiraoka T. Myopia control with orthokeratology: a review. *Eye Contact Lens*, 2022,48(3):100-104.
- [17] 刘艺, 于明坤, 孙伟, 等. 角膜塑形术控制儿童近视有效性与安全性的 Meta 分析. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2021,35(6):92-100.
- [18] 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.
- [19] 李盼, 张学辉, 艾欣, 等. 不同程度屈光参差的单眼近视儿童配戴角膜塑形镜后近视进展对比. 国际眼科杂志, 2022,22(9):1528-1532.
- [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] 陈敏锋, 刘新婷, 张芬, 等. 儿童配戴角膜塑形镜后近视眼控制效果的影响因素分析. 中华眼科杂志, 2022,58(4):259-264.
- [22] 李晶欣, 王凯. 角膜塑形术后治疗区偏位对视觉质量和近视控制效果的影响. 中华实验眼科杂志, 2023,41(8):818-821.
- [23] 唐璟. 角膜塑形镜对近视患儿正相对调节力的作用观察. 中国妇幼保健, 2022,37(1):75-77.
- [24] 刘莎, 王彬, 王广江, 等. 三种不同干预方法对近视儿童调节参数及屈光度的影响. 国际眼科杂志, 2021,21(11):1870-1874.
- [25] 谷峰, 徐艳春, 张福生, 等. 近视青少年配戴角膜塑形镜前后调节参数变化. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021,23(3):199-204.
- [26] Han XX, Xu DJ, Ge WZ, et al. A comparison of the effects of orthokeratology lens, medcall lens, and ordinary frame glasses on the accommodative response in myopic children. *Eye Contact Lens*, 2018,44(4):268-271.
- [27] 刘俐娜, 钟兴武, 胡施思, 等. 屈光参差儿童单眼配戴角膜塑形镜后调节功能的变化. 国际眼科杂志, 2020,20(6):1040-1043.
- [28] Lau JK, Vincent SJ, Cheung SW, et al. Higher-order aberrations and axial elongation in myopic children treated with orthokeratology. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2020,61(2):22.
- [29] Hiraoka T, Kakita T, Okamoto F, et al. Influence of ocular wavefront aberrations on axial length elongation in myopic children treated with overnight orthokeratology. *Ophthalmology*, 2015,122(1):93-100.
- [30] Hahn IK, Lee D, Lee DH, et al. Serially checked spherical aberration can evaluate the anti-myopia effect of orthokeratology lens in children. *J Pers Med*, 2022,12(10):1686.
- [31] Lau JK, Wan K, Cho P. Orthokeratology lenses with increased compression factor (OKIC): a 2-year longitudinal clinical trial for myopia control. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023,46(1):101745.
- [32] 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.
- [33] Nti AN, Berntsen DA. Optical changes and visual performance with orthokeratology. *Clin Exp Optom*, 2020,103(1):44-54.
- [34] 杨婷婷, 马佰凯, 刘容均, 等. 角膜接触镜相关干眼的研究进展. 中华眼科杂志, 2022,58(2):149-154.
- [35] Vincent SJ, Cho P, Chan KY, et al. CLEAR - orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021,44(2):240-269.
- [36] Hiraoka T, Sekine Y, Okamoto F, et al. Safety and efficacy following 10-years of overnight orthokeratology for myopia control. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2018,38(3):281-289.
- [37] Wu JF, Fang WX, Xu HW, et al. The biomechanical response of the Cornea in orthokeratology. *Front Bioeng Biotechnol*, 2021,9:743745.
- [38] Hu PK, Zhao YY, Chen DY, et al. The safety of orthokeratology in myopic children and analysis of related factors. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021,44(1):89-93.
- [39] 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):25,28-29,10.
- [40] Liu YM, Xie P. The safety of orthokeratology—a systematic review. *Eye Contact Lens*, 2016,42(1):35-42.
- [41] 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.
- [42] 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.
- [43] 余海跃, 滕娟, 陈梅珠. 夜戴型角膜塑形镜对儿童眼表体征和症状的影响. 实用防盲技术, 2021,16(2):67-70,83.
- [44] 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.
- [45] 郭曦, 谢培英. 泪膜稳态对角膜塑形术的影响. 中华眼科杂志, 2023,59(3):237-241.
- [46] Bullimore MA, Sinnott LT, Jones-Jordan LA. The risk of microbial keratitis with overnight corneal reshaping lenses. *Optom Vis Sci*, 2013,90(9):937-944.
- [47] Fleiszig SM, Evans DJ. Pathogenesis of contact lens-associated microbial keratitis. *Optom Vis Sci*, 2010,87(4):225-232.
- [48] Lin MC, Graham AD, Fusaro RE, et al. Impact of rigid gas-permeable contact lens extended wear on corneal epithelial barrier function. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002,43(4):1019-1024.
- [49] Kam KW, Yung W, Li GKH, et al. Infectious keratitis and orthokeratology lens use: a systematic review. *Infection*, 2017,45(6):727-735.
- [50] Zhao C, Cai C, Dai H, et al. Effect of the combined application of orthokeratology and single-vision spectacles on slowing the progression of high myopia: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2022,101(33):e30178.
- [51] Charm J, Cho P. High myopia—partial reduction ortho-k: a 2-year randomized study. *Optom Vis Sci*, 2013,90(6):530-539.
- [52] Yu S, Du LP, Ji N, et al. Combination of orthokeratology lens with 0.01% atropine in slowing axial elongation in children with myopia: a randomized double-blinded clinical trial. *BMC Ophthalmol*, 2022,22(1):438.
- [53] Tan Q, Ng AL, Cheng GP, et al. Combined 0.01% atropine with orthokeratology in childhood myopia control (AOK) study: a 2-year randomized clinical trial. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023,46(1):101723.
- [54] Kinoshita N, Konno Y, Hamada N, et al. Additive effects of orthokeratology and atropine 0.01% ophthalmic solution in slowing axial elongation in children with myopia: first year results. *Jpn J Ophthalmol*, 2018,62(5):544-553.
- [55] 黄宗安, 王炜, 朱振富. 角膜塑形镜联合中医针灸治疗青少年轻中度近视的临床观察. 实用防盲技术, 2019,14(2):52-56.
- [56] 申笛, 杨晓岗, 鄧瑛, 等. 后巩膜加固术联合角膜塑形镜控制青少年病理性近视的临床疗效观察. 中国斜视与小兒眼科杂志, 2015,23(3):16-19,15.