

# 角膜塑形镜在近视防控领域的研究进展

周宇<sup>1,2</sup>, 朱永唯<sup>1,2</sup>, 蒋丽君<sup>2</sup>

引用:周宇,朱永唯,蒋丽君. 角膜塑形镜在近视防控领域的研究进展. 国际眼科杂志, 2026,26(4):657-661.

作者单位:<sup>1</sup>(310000)中国浙江省杭州市,浙江中医药大学;  
<sup>2</sup>(314000)中国浙江省嘉兴市,浙江中医药大学附属嘉兴市中医医院眼科

作者简介:周宇,在读硕士研究生,研究方向:近视防控。

通讯作者:朱永唯,本科,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:眼底病与屈光. zywei3950@sina.com

收稿日期:2025-10-23 修回日期:2026-02-12

## 摘要

近年来,近视患病率持续攀升,患病人群规模不断扩大,近视已成为我国乃至全球面临的重要公共卫生挑战。近视患者眼轴延长会引发眼内结构与功能的系列病理性改变,增加眼底病变等致盲性眼病的发生风险。由于近视一旦形成便难以逆转,因此需通过科学干预控制其进展,降低眼部并发症发生概率。作为当前近视防控领域的研究热点,角膜塑形镜的临床应用备受关注。文章指出角膜塑形镜通过夜间配戴,重塑角膜形态,从而在周边视网膜形成近视性离焦信号。此机制能有效抑制眼轴过度增长,延缓近视进展。临床证据表明,其减缓眼轴增长的效果可达30%-50%,并可伴随脉络膜厚度的短期增加。文章还分析了角膜塑形镜的优势与局限性,并展望了其联合低浓度阿托品等联合治疗的增效潜力,以期临床近视防控提供理论与实践参考。

关键词:近视;防控;角膜塑形镜

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.4.18

## Research progress of orthokeratology lens in myopia control

Zhou Yu<sup>1,2</sup>, Zhu Yongwei<sup>1,2</sup>, Jiang Lijun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310000, Zhejiang Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Jiaying Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University, Jiaying 314000, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Zhu Yongwei. Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310000, Zhejiang Province, China; Department of Ophthalmology, Jiaying Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University, Jiaying 314000, Zhejiang Province, China. zywei3950@sina.com

Received:2025-10-23 Accepted:2026-02-12

## Abstract

• In recent years, the prevalence of myopia has continued to rise, with an expanding affected population, making it a significant public health challenge both in China and globally. Elongation of the axial length in myopic eyes can induce a series of pathological changes in intraocular structure and function, increasing the risk of blinding ocular diseases such as retinal pathologies. Since myopia is difficult to reverse once established, scientific intervention is necessary to control its progression and reduce the likelihood of ocular complications. As a current research focus in myopia control, the clinical application of orthokeratology lenses has attracted considerable attention. This article highlights that orthokeratology lenses, worn overnight, reshape the corneal curvature and create a myopic defocus signal in the peripheral retina. This mechanism effectively inhibits excessive axial elongation and slows myopia progression. Clinical evidence indicates that orthokeratology can reduce axial elongation by 30% to 50%, accompanied by a short-term increase in choroidal thickness. This article also analyzes the advantages and limitations of orthokeratology and explores its potential synergistic effects when combined with other interventions such as low-dose atropine. The aim is to provide key theoretical and practical references for clinical myopia control.

• KEYWORDS: myopia; prevention and control; orthokeratology lens

Citation: Zhou Y, Zhu YW, Jiang LJ. Research progress of orthokeratology lens in myopia control. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2026,26(4):657-661.

## 0 引言

近视是指无调节状态下,平行光线经眼球屈光系统后成像在视网膜之前。随着户外活动的减少和近距离工作的增加,近视已经成为中国乃至世界最关键的健康问题之一<sup>[1]</sup>。最近的研究发现,全球近视人群呈上升趋势,Holden等<sup>[2]</sup>的一项荟萃分析预测,到2050年,世界上将近50%的人口将近视,其中10%为高度近视。近视受环境暴露和遗传易感性两方面因素的影响。随着近视的进展,眼睛会发生异常的结构变化,包括眼轴长度的增加和眼球形状从球形到椭圆形的变化。轴向长度的过度增加导致巩膜组织重塑,包括巩膜后极部的加速变薄。病理性近视可

能有多种并发症,如近视性黄斑变性、视网膜脱离、白内障、开角型青光眼,严重者可致盲<sup>[3]</sup>。除了危及视力的并发症,近视的经济负担和社会影响也很大。在美国,近视治疗每年的成本约为40-70亿美元。针对近视的治疗策略主要包括降低近视患病率和防止高度近视发展。目前对人类的循证治疗是阿托品滴眼液、离焦光学治疗、使用角膜塑形镜、纠正用眼习惯以及增加户外时间<sup>[4]</sup>。然而传统近视防控手段存在局限,框架眼镜无法控制眼轴增长,阿托品具有瞳孔扩张、畏光和睫状肌麻痹等副作用。尽管阿托品通过睫状肌麻痹可以影响调节功能,然而这种影响随着剂量的减少而减弱<sup>[5]</sup>。光学干预的主要手段有普通单光镜片、角膜塑形镜、离焦设计镜片及硬性透气性隐形眼镜等。角膜塑形镜作为一种有效的近视防控手段,目前在全球范围内广泛使用,其在控制近视方面的有效性和安全性已在大量临床研究和荟萃分析中得到证实。儿童青少年时期是防控近视进展的关键窗口。一项针对眼科护理从业者的全球调查报告称,角膜塑形镜被视为控制近视的最有效方法,其次是药物方法<sup>[6]</sup>。本文简要介绍了角膜塑形镜的原理,列举了角膜塑形镜对眼轴和脉络膜厚度(choroidal thickness, CT)的影响,分析了角膜塑形镜的优点与不足,为儿童青少年的近视防控提供参考与指导。

### 1 角膜塑形镜矫正近视的原理

自20世纪90年代末期起,角膜塑形镜已被眼视光医师视为最有效的近视防控手段之一。一项前瞻性干预研究表明,相较于对照组(配戴单光近视框架镜的儿童),角膜塑形镜具有减缓儿童近视进展的作用。现代角膜塑形镜通常被监管机构批准用于夜间配戴,可暂时性矫正最高约6.00 D的近视及1.75 D的散光。现代角膜塑形镜采用逆几何设计的镜片,由高透氧性硬性材料制成,通过夜间配戴压平角膜中央区,使中周部角膜变陡并形成周边近视离焦,暂时性矫正屈光不正。角膜塑形镜是一种特殊类型的硬性隐形眼镜,是唯一同时具备日间脱镜和近视防控双重功能的非侵入性干预手段。角膜塑形镜需夜间配戴,通过重塑角膜曲率暂时性矫正近视,改善日间裸眼视力(效果可逆)。其机制为角膜上皮细胞重分布(中央变薄、周边增厚),诱导周边部视网膜形成近视离焦信号,从而抑制眼轴过度增长,延缓近视进展<sup>[7]</sup>。角膜塑形镜的工作原理是将角膜形状从长椭球形改变为扁椭球形,从而降低中央角膜曲率。这种形状改变源于其平坦的镜片设计,可使角膜上皮和前基质层组织在直径5-6 mm的中央治疗区内重新分布。中央治疗区的范围由瞳孔大小决定,在低照度和低对比度的条件下,小于中间视力瞳孔尺寸的治疗区会对视力产生不利影响。角膜塑形镜治疗区偏中心是临床实践中的常见现象,主要源于周边角膜不对称、睡眠姿势、眼睑张力及镜片设计。研究表明采用6 mm后光学区直径(back optic zone diameter, BOZD)且治疗区偏中心量较大的角膜塑形镜,有助于通过使视网膜形态更趋扁长对近视控制起到促进作用<sup>[8]</sup>。

角膜塑形镜干预近视的机制包括生物力学、视网膜周

边离焦、脉络膜效应、眼调节能力等。近年来,周边视网膜离焦被认为在近视的发展和控制在发挥了重要作用。周边视网膜作为离焦控制区域十分重要,离焦可以改变眼睛的生长和屈光状态。周边远视离焦会导致轴性近视,而周边近视离焦甚至会导致轴性远视<sup>[9]</sup>。研究表明周边远视离焦可能是儿童近视发病的一个风险因素<sup>[8]</sup>。相比之下,在外周视网膜上施加近视离焦对小鸡、豚鼠和狨猴的近视发展具有抑制作用,即使在中央视力清晰的情况下也是如此。因此,角膜塑形镜已经被用于通过减少周边远视离焦或诱导周边近视离焦来控制儿童的近视发展。与单光眼镜相比,角膜塑形镜可将轴长减少30%-50%。研究表明,配戴角膜塑形镜超过2 a的儿童,其眼轴长和玻璃体腔深度平均每年增加0.14 mm,相比之下,不戴这些镜片的儿童年平均增长0.27 mm<sup>[9]</sup>。

### 2 角膜塑形镜的构造和防控人群

角膜塑形镜采用“中央平坦、周边陡峭”的逆几何设计。角膜塑形镜可以分为以下几个功能弧区:基弧区、反转弧区、定位弧区、周边弧区。角膜塑形镜的基弧区通过泪液流体压力,促使角膜中央上皮细胞重新分布,使中央区暂时变平,降低角膜屈光力。反转弧区与基弧间的压力差引导泪液流动,形成中周边角膜隆起,产生周边近视性离焦(焦点位于视网膜前方),抑制眼轴过度增长,从而延缓近视进展。镜片与角膜间的泪液层通过流体力学效应均匀传递压力,确保塑形过程稳定且可逆。角膜的弹性特性使停戴后1-2 wk内逐渐恢复原有形态,需每晚配戴以维持日间裸眼清晰视力。角膜塑形镜最初是为了消除日常光学矫正需求而开发的。研究表明基线眼轴长度更长、等效球镜度更高且年龄较大的儿童,使用角膜塑形镜控制近视的效果更佳<sup>[10]</sup>。

角膜塑形镜的近视控制效果存在显著的个体差异,针对特殊人群需采取精细化的验配与管理策略。对于近视进展快、干预窗口关键的低龄儿童(如<8岁),尽管控制效果明确,但需特别关注其眼球尺寸小、角膜变化快及依从性较差的特点,强化家长监督并缩短复查周期<sup>[11]</sup>。对于高度近视儿童,角膜塑形镜的治疗目标侧重于有效延缓其快速进展,由于塑形后残留度数较高,常需联合日间配戴低度数框架眼镜。验配时,往往需要通过采用更平坦的基弧曲率、乃至增大治疗区总直径等参数设计,以实现足够的角膜形态改变与屈光矫正量<sup>[12]</sup>。因此,临床实践需依据年龄、屈光度及角膜形态等特征实施个性化方案,以优化不同人群的治疗获益。

### 3 角膜塑形镜的近视防控作用

**3.1 屈光度与眼轴** 首次夜间配戴角膜塑形镜后即可实现60%的屈光矫正,而连续1 wk夜间持续配戴角膜塑形镜后视力矫正效果可达几乎100%<sup>[13]</sup>。近视的一个关键特征是眼轴长度病理性地快速增长。现已明确,眼轴长度的加速增长会在近视发病前数年就有所表现。近视发生之后,眼轴长度会以比正常情况更快的速度持续增长,并且通常在大约16岁时趋于稳定。在某些情况下,眼轴增

长会持续到成年早期,尽管增长速度比儿童时期要慢。16%的角膜塑形镜配戴者会出现长期眼轴缩短现象。眼轴缩短过程主要集中在配戴镜片的最初 2 a 内完成,且不会因受试者特征而产生显著差异<sup>[14]</sup>。

大量的随机对照试验表明,相较于低浓度阿托品或单光框架眼镜,角膜塑形镜在控制眼轴长度和屈光度数方面展现出了更好的效果。其中患有中度近视的青少年在配戴角膜塑形镜 6 mo 后,眼轴长度得到了更好地控制<sup>[15]</sup>。与框架眼镜相比,角膜塑形镜可显著减缓近视儿童的眼轴增长。研究显示,在为期 2 a 的对照观察中,角膜塑形镜组眼轴增长量较框架眼镜对照组减少 0.24 mm,该差异兼具临床与统计学意义;其中超过 60%的矫治效果在治疗首年即已达成。约 40%的角膜塑形镜配戴者近视进展程度极低,更有 8%的配戴者出现眼轴零增长或缩短现象<sup>[16]</sup>。一项回顾性研究表明,与单光眼镜组相比,角膜塑形镜在配戴 6、12 mo 后,眼轴增长分别减少了 86%和 70%。低龄儿童的近视进展更为显著,因此尽早启动近视防控策略十分重要<sup>[17]</sup>。

BOZD 是角膜塑形镜设计中的关键参数,减小 BOZD 可增加周边角膜变陡的面积和程度。更宽且更陡的中周部结构可在周边视网膜上引发更高层次的近视性离焦。传统 BOZD 通常为 6 mm,而采用 5 mm BOZD 设计的角膜塑形镜在减缓眼轴增长方面可能具有更优的抑制效果。这种疗效提升可能与瞳孔区内更大的离焦效应有关,从而为视网膜提供更强近视性离焦刺激<sup>[18]</sup>。Zhang 等<sup>[4]</sup>针对 8-13 岁中国儿童开展的评估显示,角膜塑形镜的光学区设计差异可影响近视控制效果。该研究通过对比三种不同光学区设计的角膜塑形镜发现,在治疗初始屈光度不同的儿童群体中,采用更小且非球面化程度更高的治疗区设计可能更有利于抑制眼轴增长量。在同等镜片设计参数与年龄条件下,Li 等<sup>[19]</sup>研究获得相似结论。相较于 6 mm BOZD 镜片的眼轴年增长  $0.28 \pm 0.22$  mm,5 mm BOZD 镜片的眼轴年增长降至  $0.13 \pm 0.13$  mm,控制效果提升约 50%<sup>[17]</sup>。相较于较大 BOZD 的角膜塑形镜,采用较小 BOZD 的设计在控制近视性眼轴增长方面更具疗效。然而,较小 BOZD 也可能因高阶像差增加而提高眩光、视物模糊等不良反应风险<sup>[20]</sup>。

**3.2 CT 及血流** 许多临床研究表明,在患有负透镜诱导性近视和形觉剥夺性近视的近视人类及其他动物(如雏鸡和豚鼠)中,CT 会减少,且其减少程度与近视严重程度呈显著相关性<sup>[21]</sup>。脉络膜变化与近视发生发展存在密切关联。近视患者的脉络膜往往厚度较薄、血流灌注量较少。脉络膜短期的变化可能对长期的眼轴增长具有预测作用。CT 可能成为监测近视进展和衡量近视防控效果的重要指标。

在正常生理发育过程中,脉络膜会增厚且眼轴会延长。当近视即将发生时,CT 会变薄,其特征表现为进展性近视患者的脉络膜持续变薄。既往研究显示,近视离焦动物模型中 CT 出现增加现象。CT 及其生理功能的改变可

能是抑制近视进展的保护性因素,其作用机制可能与视网膜及巩膜韧性、延展性的调节有关。临床研究表明,角膜塑形镜使用后患者黄斑中心凹下脉络膜厚度(subfoveal choroid thickness, SFCT)会发生改变。既往研究表明,脉络膜变薄可能通过影响脉络膜血流导致巩膜微环境缺氧,进而引发眼轴增长;而 SFCT 的增厚则可缓解巩膜缺氧环境下的病理性增长,从而发挥近视进展控制作用。

角膜塑形镜治疗期间眼轴增长速度减慢,角膜塑形镜诱导的脉络膜血管结构重塑主要表现为血管腔内容物及基质成分的增加,尤以中、大血管层最为显著。角膜塑形镜对眼轴增长的抑制作用部分源于黄斑下脉络膜腔面积的变化,提示该效应可能与脉络膜血流灌注相关。越来越多的证据表明,脉络膜通过视觉驱动的局部视网膜-脉络膜-巩膜分子信号级联机制,参与调控眼轴增长及近视的发生发展<sup>[22]</sup>。一项为期 2 a 的前瞻性研究表明,角膜塑形镜可有效增加 CT 并维持其形态,但随着时间推移,该效应逐渐减弱。对照组 CT 随时间推移呈渐进性变薄,且脉络膜形态各随访时间点均趋近扁长形。角膜塑形镜组可显著增加 CT,并在各时间节点维持脉络膜形态稳定性。进一步分析显示,角膜塑形镜组颞侧脉络膜形态改变程度小于鼻侧,且颞侧 3 mm 区域厚度增幅更显著。对照组中,CT 2 a 变化量与眼轴增长量呈显著相关,但角膜塑形镜干预可阻断该关联。经多变量回归模型校正后,角膜塑形镜对 CT 的改善效应仍保持稳定<sup>[23]</sup>。

#### 4 角膜塑形镜的优点与缺点

角膜塑形镜作为一种非手术性屈光矫正手段,近年来在青少年近视防控及成人视力矫正领域备受关注。尽管其临床效果显著,该技术的临床应用仍需权衡其优势与局限性。角膜塑形镜的核心竞争力在于其非侵入性及近视控制的双重作用。(1)相较于激光手术,角膜塑形镜具有可逆性,避免永久性角膜损伤,尤其适用于角膜发育未稳定的青少年群体。(2)日间无需配戴任何光学矫正装置的特性,极大提升了患者运动自由度及生活质量,尤其符合儿童及青少年的行为需求。(3)高透氧材料的应用有效降低了角膜缺氧风险,进一步增强了长期配戴的安全性。缺点方面,角膜塑形镜的局限性主要集中于经济成本、护理依从性及个体适应性。研究显示,部分青少年因护理不规范导致并发症风险升高,包括微生物性角膜炎(发生率 5.4 例/万)和角膜上皮损伤<sup>[24-25]</sup>。为有效管理角膜塑形镜配戴相关并发症,临床实践中需建立以预防为核心的系统化管控流程。在护理层面,应指导患者选用具有广谱抗菌功效的专用护理液,对于依从性欠佳者,可优先推荐杀菌效力更强的双氧水护理系统,并严格执行“每日揉搓清洁、定期深层除蛋白、护理镜盒定期更换”的规范,以最大限度减少微生物污染和蛋白沉淀<sup>[26]</sup>。在监测层面,需遵循“戴镜初期密集、长期定期规律”的复查原则,通常于戴镜后 1 wk,1 mo 及之后每 3 mo 进行复查,以早期发现上皮损伤、浸润或镜片偏位。针对已发生的并发症,处理需及时且个体化,轻微角膜上皮点状损伤可暂停戴镜

并辅以人工泪液;若出现眼痛、畏光、角膜浸润等微生物性角膜炎迹象,则须立即停戴、紧急转诊并进行病原学检查与抗感染治疗。通过上述标准化的护理教育、严密定期复查与清晰应急路径,可显著降低风险,保障治疗安全。此外,角膜塑形镜对高度近视( $> -6.00$  D)或散光( $> -1.50$  D)患者的矫正效果可能受限,且停戴后可能出现视力回退,通常需长期配戴以维持矫正效果<sup>[27]</sup>。另外,所有患者在配戴角膜塑形镜后,各项客观视觉质量指标均有不同程度下降,表明角膜塑形镜可能导致视觉质量下降。高度近视患者配戴角膜塑形镜时,镜片偏位和角膜不规则情况更为常见,这可能导致视物周边模糊感更明显<sup>[28]</sup>。综上,角膜塑形镜在近视控制与屈光矫正中具有独特优势,但其成功应用依赖于严格的适应证筛选、患者教育及规范护理。

## 5 总结与展望

近年来,随着生活方式改变,全球近视患病率显著上升,推动近视防控策略的多样化发展。随着对眼轴增长调控机制的深入研究,近视防控理念不断革新。本研究总结了当前角膜塑形镜的相关临床研究数据,证明角膜塑形镜在近视控制效果上具有显著优势,并且纳入了对CT等新兴生物标志物与机制热点的探讨,为探究角膜塑形镜延缓近视进展的机制方面提供理论依据。

对于单一光学干预或药物干预控制效果不佳的儿童青少年,联合应用多种方法可能通过协同作用提升疗效。研究表明角膜塑形镜与低浓度阿托品滴眼液、红光疗法的协同应用,可增强近视控制效果<sup>[29]</sup>。在角膜塑形镜与低浓度阿托品的联合方案中,研究重点聚焦于药物浓度选择与联用时机。一项为期2 a的随机对照试验显示,与单纯配戴角膜塑形镜相比,同步联用0.01%阿托品可将眼轴年增长量额外减少约0.11 mm,近视控制效果呈现叠加增强趋势<sup>[30]</sup>。对于近视进展更快的儿童,亦有研究探索0.05%阿托品与角膜塑形镜的同步联合,结果显示其抑制眼轴增长的效果优于0.01%浓度联合方案,但停药后反弹及畏光等副作用发生率也相对更高,提示需进行个性化风险-获益评估<sup>[31]</sup>。此外,“序贯联合”策略(如先使用角膜塑形镜,待控制效果出现平台期后再加用阿托品)也被提出,旨在延长总体控制年限并可能减少药物累计暴露,但其最佳介入时机与长期疗效仍需更多证据支持。综上所述,以角膜塑形镜为基础的联合防控方案已从概念走向临床实践精细化。未来研究需进一步明确不同浓度阿托品联用的长期安全性与适应人群,规范红光联合治疗的参数与监测标准,并探索基于患儿年龄、初始近视度数、遗传背景及治疗应答的个体化“阶梯式”联合策略,以实现近视控制效果的最大化和风险最小化。

**利益冲突声明:**本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:**周宇论文选题与修改,文献检索,初稿撰写;朱永唯、蒋丽君选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

## 参考文献

- [1] Kang MT, Hu YS, Wang NL, et al. Deep learning prediction of childhood myopia progression using fundus image and refraction data. *JAMA Netw Open*, 2026,9(1):e2553543.
- [2] 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.
- [3] Du Y, Meng JQ, He WW, et al. Complications of high myopia: an update from clinical manifestations to underlying mechanisms. *Adv Ophthalmol Pract Res*, 2024,4(3):156-163.
- [4] Zhang Z, Zhou J, Zeng L, et al. The effect of corneal power distribution on axial elongation in children using three different orthokeratology lens designs. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023, 46(1):101749.
- [5] Jiang JY, Long W, Hu Y, et al. Accommodation and vergence function in children using atropine combined with orthokeratology. *Contact Lens Anterior Eye*, 2023,46(1):101704.
- [6] Lawrenson JG, Huntjens B, Virgili G, et al. Interventions for myopia control in children: a living systematic review and network meta-analysis. *Cochrane Database Syst Rev*, 2025,2025(2):CD014758.
- [7] Wang ZY, Wang PF, Jiang BH, et al. The efficacy and safety of 0.01% atropine alone or combined with orthokeratology for children with myopia: a meta-analysis. *PLoS One*, 2023,18(7):e0282286.
- [8] Li X, Huang YY, Zhang JL, et al. Treatment zone decentration promotes retinal reshaping in Chinese myopic children wearing orthokeratology lenses. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42(5):1124-1132.
- [9] Erdinest N, London N, Lavy I, et al. Peripheral defocus and myopia management: a mini-review. *Korean J Ophthalmol*, 2023, 37(1):70-81.
- [10] Xia RJ, Yu XY, Wu H, et al. Associations between RetNet gene polymorphisms and the efficacy of orthokeratology for myopia control: a retrospective clinical study. *Eye Vis*, 2025,12(1):13.
- [11] Deng YQ, Li XW, Zhao MW, et al. Critical factors to predict efficacy of orthokeratology in inhibiting axial elongation in myopic children. *BMC Ophthalmol*, 2025,25(1):433.
- [12] Gong GY, Zhang BN, Guo TY, et al. Efficacy of orthokeratology lens with the modified small treatment zone on myopia progression and visual quality: a randomized clinical trial. *Eye Vis (Lond)*, 2024, 11(1):35.
- [13] Singh K, Bhattacharyya M, Goel A, et al. Orthokeratology in moderate myopia: a study of predictability and safety. *J Ophthalmic Vis Res*, 2020,15(2):210-217.
- [14] Hu Y, Ding XH, Jiang JY, et al. Long-term axial length shortening in myopic orthokeratology: incident probability, time course, and influencing factors. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2023,64(15):37.
- [15] Wang ZQ, Chen JY, Kang JX, et al. Axial length control is associated with a choroidal thickness increase in myopic adolescents after orthokeratology. *Eye Contact Lens Sci Clin Pract*, 2023, 49(12):512-520.
- [16] Santodomingo-Rubido J, Cheung SW, Villa-Collar C. A new look at the myopia control efficacy of orthokeratology. *Contact Lens Anterior Eye*, 2024,47(5):102251.
- [17] Queirós A, Rolland le Moal P, Angioi-Duprez K, et al. Efficacy of the DRL orthokeratology lens in slowing axial elongation in French

children. *Front Med*, 2023,10:1323851.

[18] Yang XW, Wen L, Xiao KM, et al. Therapeutic efficacy of orthokeratology lenses with different back optic zone diameters in myopia control; a systematic review and meta-analysis. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025,48(4):102400.

[19] Li N, Lin W, Zhang K, et al. The effect of back optic zone diameter on relative corneal refractive power distribution and corneal higher-order aberrations in orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye*, 2023,46(1):101755.

[20] Gu ZM, Yang RY, Wang CY, et al. Impact of back optic zone diameter (BOZD) in orthokeratology on axial length elongation; a meta-analysis and systematic review. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025, 48(1):102316.

[21] Ehongo A, Jawdat De Togme G, De Maertelaer V. Exploration of choroidal thinning located temporal to the fovea; a pilot study. *J Clin Med*, 2024,13(17):4978.

[22] Liu MQ, Huang J, Xie Z, et al. Dynamic changes of choroidal vasculature and its association with myopia control efficacy in children during 1-year orthokeratology treatment. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025,48(1):102314.

[23] Xu SS, Wang MY, Lin SJ, et al. Long-term effect of orthokeratology on choroidal thickness and choroidal contour in myopic children. *Br J Ophthalmol*, 2024,108(8):1067-1074.

[24] Hiraoka T, Matsumura S, Hori Y, et al. Incidence of microbial

keratitis associated with overnight orthokeratology; a multicenter collaborative study. *Jpn J Ophthalmol*, 2025,69(1):139-143.

[25] Santodomingo-Rubido J, Cheung SW, Villa-Collar C. The safety of orthokeratology contact lens wear in slowing the axial elongation of the eye in children. *Contact Lens Anterior Eye*, 2025,48(1):102258.

[26] Zhang XJ, Zaabaar E, French AN, et al. Advances in myopia control strategies for children. *Br J Ophthalmol*, 2025,109(2):165-176.

[27] Sartor L, Hunter DS, Vo ML, et al. Benefits and risks of orthokeratology treatment; a systematic review and meta-analysis. *Int Ophthalmol*, 2024,44(1):239.

[28] 李文华, 黄金, 刘娜, 等. 低中度近视青少年配戴角膜塑形镜后客观视觉质量变化. *中国眼镜科技杂志*, 2025(3):106-109.

[29] Xiong RL, Wang W, Tang XH, et al. Myopia control effect of repeated low-level red-light therapy combined with orthokeratology a multicenter randomized controlled trial. *Ophthalmology*, 2024,131(11):1304-1313.

[30] Li BB, Yu S, Gao SS, et al. Effect of 0.01% atropine combined with orthokeratology lens on axial elongation; a 2-year randomized, double-masked, placebo-controlled, cross-over trial. *Front Med*, 2024, 11:1358046.

[31] Guo ZQ, Wei ZY, Ming HF, et al. Efficacy and safety of orthokeratology sequentially combined with escalating atropine concentrations for myopia control in children. *Sci Rep*, 2025,15(1):38911.