

离焦软镜的安全性及其在近视防控中的研究进展

蒋鹏飞, 徐珊, 祝寿辉, 潘冰心

引用: 蒋鹏飞, 徐珊, 祝寿辉, 等. 离焦软镜的安全性及其在近视防控中的研究进展. 国际眼科杂志, 2024, 24(9): 1457-1460.

基金项目: 浙江省市共建重点学科项目 (No.2017-2023); 衢州市指导性科技计划项目 (No.2022085)

作者单位: (324004) 中国浙江省衢州市, 浙江省医疗健康集团衢州医院眼科中心

作者简介: 蒋鹏飞, 男, 博士, 主治医师, 研究方向: 眼病防治。

通讯作者: 潘冰心, 女, 硕士, 主任医师, 眼科中心主任, 研究方向: 近视防控. qzpbx@163.com

收稿日期: 2023-11-17 修回日期: 2024-07-15

摘要

近视是危害全世界眼健康的常见眼科疾病, 我国近视发病率较高, 近视成为影响青少年眼健康最突出的问题, 近视防控工作已刻不容缓。周边视网膜远视性离焦是导致近视的主要原因之一, 基于此种原理设计的离焦软镜在近视防控中起到了较好的作用。文章总结了离焦软镜控制近视的原理及其对角膜、视功能的影响, 并基于当前研究评价离焦软镜对近视的防控作用。

关键词: 近视; 离焦软镜; 周边离焦; 视功能

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2024.9.20

Safety of defocusing soft lenses and their research progress in myopia prevention and control

Jiang Pengfei, Xu Shan, Zhu Shouhui, Pan Bingxin

Foundation items: Key Discipline Project Jointly Built by Zhejiang Province and City (No.2017-2023); Quzhou Guiding Science and Technology Plan Project (No.2022085)

Ophthalmology Center, Zhejiang Medical and Health Group Quzhou Hospital, Quzhou 324004, Zhejiang Province, China

Correspondence to: Pan Bingxin. Ophthalmology Center, Zhejiang Medical and Health Group Quzhou Hospital, Quzhou 324004, Zhejiang Province, China. qzpbx@163.com

Received: 2023-11-17 Accepted: 2024-07-15

Abstract

Myopia is a common ophthalmic disease that endangers the health of eyes all over the world. The incidence rate of myopia is high in China. Myopia has become the most prominent problem affecting the health of young people's eyes. Myopia prevention and control work has become urgent. Periretinal hyperopia defocusing is one of the main causes of myopia, and the defocusing soft lenses involved based on this principle have played a good role in myopia prevention and control. This article summarizes

the working principle of defocusing soft lenses for controlling myopia and its impact on corneal and visual function, and evaluates the prevention and control effect of defocusing soft lenses on myopia based on current research.

• KEYWORDS: myopia; defocusing soft lenses; peripheral defocus; visual function

Citation: Jiang PF, Xu S, Zhu SH, et al. Safety of defocusing soft lenses and their research progress in myopia prevention and control. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024, 24(9): 1457-1460.

0 引言

近视是危害全世界眼健康的常见眼科疾病, 预计到2050年全球将有50%的人口受近视的影响^[1]。我国近视发病率较高, 近视成为影响青少年眼健康最突出的问题, 近视防控工作已刻不容缓。发生近视的因素较多, 既往多认为黄斑部的形觉剥夺或离焦是导致近视发生发展的主要原因, 但 Smith 等^[2]研究发现, 周边视网膜远视性离焦可以诱导黄斑被破坏的猴子产生近视。

越来越多的研究表明, 相较于黄斑部的形觉剥夺与远视性离焦, 周边视网膜形觉剥夺或远视性离焦才是导致近视发展的最主要原因。因此, 基于周边视网膜离焦理论控制近视的产品开始出现。通过人为的方法使周边视网膜形成近视性离焦, 即周边视网膜的呈像焦点落于视网膜之前, 可以有效减缓眼轴的增长, 从而防控近视。离焦框架镜、离焦软镜都是基于此种原理达到近视防控的目的。这也是儿童配镜必须在麻痹睫状肌下进行的原因, 如果没有麻痹睫状肌而直接配镜, 由于儿童调节能力较强, 所配的镜片往往存在过矫, 周边视网膜呈像会落在视网膜之后, 形成了周边视网膜远视性离焦, 加快眼轴的增长与近视的发展。本文总结了离焦软镜控制近视的原理及其对角膜、视功能的影响, 并基于当前研究评价离焦软镜对近视的防控作用。

1 离焦软镜控制近视的原理

受到远视性离焦刺激时, 眼球的正视化过程会调节眼球轴向增长, 而受到近视性离焦刺激时, 则会抑制眼轴增长。根据离焦原理的不同, 离焦眼镜分为竞争性离焦与周边性离焦^[3-5]。根据周边离焦的设计原理不同, 又可分为同心圆双焦和渐进近附加多焦设计镜片。同心圆双焦镜片是使用同心圆交替近视性离焦, 外围使用近视附加矫正能力; 渐进近附加多焦设计镜片是通过改变周边镜片的曲率, 使从中央到周边曲率逐渐变化, 以降低周边的远视性离焦。两种设计均能使配戴者在日常生活中拥有良好的中心视力, 同时获得治疗性周边光学离焦, 其本质均是改变周边像面结构参数与视网膜的位置关系^[6-7]。配戴者在白天配戴离焦软镜, 舒适性好, 因此很容易被接受, 离焦软镜已被国际近视研究学会 (international myopia institute,

IMI)推荐为临床一线近视防控手段^[8]。相关研究发现,周边近附加度数越高,其近视防控效果越好^[9]。因此,高周边近附加量设计的离焦软镜逐渐应用于临床控制儿童近视进展^[6]。

2 离焦软镜控制近视的效果

近年来,离焦软镜在我国近视防控中的应用越来越广泛,已有一些研究评价了离焦软镜对近视防控的作用,对比了与离焦框架眼镜或角膜塑形镜的疗效,发现离焦软镜安全性高,使用限制少,因此目前已广泛应用于近视防控。

2.1 眼轴长度 软性角膜接触镜具有良好的光学优势、轻便且美观,与普通框架眼镜相比,离焦软镜对控制近视的效果有明显的优势^[10]。离焦软镜与OK镜控制近视的原理相同,因此其效果也接近。马薇等^[11]的一项回顾性研究纳入了75例近视儿童,其中30例戴日抛型周边离焦软性角膜接触镜,45例配戴OK镜,配戴12 mo后,两组眼轴长度增长量接近(OK镜组为 0.18 ± 0.04 mm,日抛型周边离焦软性角膜接触镜组为 0.19 ± 0.05 mm, $P>0.05$),两种接触镜的角结膜并发症均较少,安全性较高。首都医科大学附属北京儿童医院纳入了88例近视儿童青少年,分为同心双焦软性角膜接触镜组、OK镜组和普通框架镜组,配戴3 mo后发现同心双焦软性角膜接触镜组眼轴增长量为 0.03 ± 0.05 mm,OK镜组眼轴增长量为 0.04 ± 0.05 mm,普通框架镜组眼轴增长量为 0.18 ± 0.19 mm,说明配戴双焦软镜在短期内对近视儿童青少年眼轴增长具有良好的控制效果^[12]。

2019-11,美国食品药品监督管理局批准首款防控近视进展的离焦软镜MiSight,该镜片为同心圆设计,在近视控制方面发挥了较好的效果,在4个国家进行为期3 a的随机临床研究结果表明,配戴MiSight镜片的儿童比配戴普通日抛型单焦点软镜的儿童近视发展减缓了59% (0.73 D),眼轴增长延缓了52% (0.32 mm)^[13]。IMI统计的2011-2016年发表的临床试验研究结果显示,离焦软镜可减缓约38.0%的近视进展,能使眼轴增长延缓37.9%^[14]。

2.2 屈光度 目前对于离焦软镜的随机对照研究多为国外研究,Queirós等^[15]对8种角膜接触镜进行分析,结果显示只有OK镜、实验性硬性透气性角膜接触镜和附加+3.00 D的多焦点角膜接触镜在鼻侧和颞侧周边视网膜上的近视离焦量有统计学意义,而且附加+3.00 D多焦点角膜接触镜比附加+2.00 D多焦点角膜接触镜引起的视网膜周边离焦效果更好。一项为期2 a的前瞻性非随机对照研究将9-16岁白人近视儿童分为多焦点软性角膜接触镜组、OK镜组及普通框架眼镜组,发现在2 a间3组的近视进展分别为 0.56 ± 0.51 、 0.32 ± 0.53 及 0.98 ± 0.58 D,与普通框架镜相比,多焦点软性角膜接触镜近视控制率为43%^[16]。Walline等^[9]的临床随机试验结果显示,使用高度附加的渐进多焦点软性角膜接触镜降低儿童近视进展率的效果更好。

尽管国外的研究已证明离焦软镜有较好的近视防控效果,但其纳入的儿童青少年多为白人,纳入对象为亚洲人群的研究十分有限。青岛大学的一项前瞻性研究比较了配戴周边离焦软镜和周边离焦框架眼镜后屈光度的变化,配戴后1 a周边离焦软镜显示出比周边离焦框架眼镜更好的近视防控效果^[17]。与配戴软性角膜接触镜的儿童相比,配戴渐进多焦点软性角膜接触镜在视远及视近时均

矫正了周边屈光的远视性离焦,并呈近视性离焦转变,因此延缓了青少年近视进展。

3 离焦软镜的常见并发症

与多数角膜接触镜一样,离焦软镜因与角膜近距离接触,不可避免的对角膜产生影响。

离焦软镜可对周边角膜屈光力造成影响,这种影响可能与其引起的周边屈光度变化相关,配戴离焦软镜引起的角膜屈光力变化可以在一定程度上反映视网膜离焦的变化。温州医科大学的一项自身对照研究纳入了18例受试者,在配戴单焦软镜和离焦软镜状态下分别采用红外自动验光仪和角膜地形图测量周边屈光度及周边角膜屈光力,发现离焦软镜使角膜周边的相对正屈光力增加,从而增加了视网膜的周边近视性离焦量^[18]。

离焦软镜在国内应用时间较短,因此目前离焦软镜影响角膜的报道相对较少。但软性角膜接触镜对角膜影响的研究较多^[19-22],短期配戴软性角膜接触镜对角膜形态和厚度的影响轻微,主要与日均戴镜时长有关,在摘镜后1 mo可完全恢复。董亚慧等^[23]研究发现,持续配戴软性角膜接触镜5 a内不影响角膜透明度,持续配戴5 a以上会导致周边角膜浅层透明度下降。

角膜的低氧状态是配戴软性角膜接触镜后影响角膜内皮的关键因素,长期配戴角膜软性接触镜可引起角膜内皮细胞的减少^[24]。长期配戴角膜接触镜,如配戴3 a以上可导致角膜上皮损伤,角膜上皮变薄,角膜上皮基底细胞数量减少,也会引起角膜上皮的组织结构发生病理学改变,角膜上皮细胞间的连接破坏等^[25]。

4 离焦软镜对视觉质量与视功能的影响

离焦软镜为白天配戴,且直接接触角膜,因此对配戴者的视觉质量影响更大。有研究表明,配戴离焦软镜后2 wk,眩光、光晕和视力波动症状较单焦软镜明显增加,但随着戴镜时间的延长,主观视觉质量会有所提高^[26-27]。

4.1 OQAS II 客观视觉质量 离焦软镜会导致客观视觉质量下降,配戴周边离焦软性角膜接触镜时的客观散射指数(object scatter index, OSI)显著高于配戴框架眼镜,调制传递函数截止频率(modulation transfer function cutoff, MTF cutoff)显著低于配戴框架眼镜,配戴周边离焦软性角膜接触镜全眼屈光系统的光学像差提高,对比敏感度视力下降,镜片本身的高阶像差也会随着通光孔径的增大而增加,周边离焦软镜最中央区光学矫正的直径为3 mm,这可以在一定程度解释患者在配戴周边离焦软镜后,在暗室下有光晕或眩光等症状^[28]。

荆丽丽等^[29]纳入了22例双焦点软镜与20例离焦软镜的近视患儿配戴者,发现配戴1 mo后,两组OSI均有明显上升,MTF cutoff与9%客观对比度视力(objective visual, OV)均有明显下降。与双焦点软镜相比,近附加多焦点软性角膜接触镜有2个离焦区,附加的离焦量更大,而中心光学区也较小,这可能是导致其客观视觉质量降低的主要原因。离焦软镜也会导致视觉敏锐度下降,在暗环境中(OV9%)下降更为明显,但因离焦软镜是白天配戴,配戴者对夜晚的视力要求不高,因此对近视者的影响不明显。对于低龄儿童来讲,因其没有学习与作业的需求,在配戴时虽然视觉质量下降,但却表现不明显,但对于有学习与写作业需求的更大年龄的儿童来说,可能会导致其视觉疲劳。

张莹等^[17]回顾性分析15例配戴周边离焦软镜及11

例配戴角膜塑形镜治疗近视的儿童。所有患儿在戴镜前和戴镜1 mo后均进行OQAS II客观视觉质量分析检测,结果发现两组患者的客观视觉质量参数均有不同程度下降,且下降的程度无明显差异,客观视觉质量下降的最主要原因就是镜片的离焦区在视网膜周边形成近视性离焦。配戴离焦软镜还会引起对比敏感度下降^[30-32],在有眩光条件下离焦软镜对比敏感度下降更明显。

4.2 调节功能 调节也对近视有一定的影响,调节反应减少、调节滞后量增加和调节微波动增加都是近视发生发展的危险因素^[33-34],与OK镜相比,高近附加设计的离焦软镜的调节微波动更高,调节反应与OK镜接近^[35]。

离焦软镜会导致调节反应的变化,与单焦点软镜相比,离焦软镜调节滞后量明显增大^[36],随着配戴时间的增长,调节滞后量并不会减少,但是视觉训练对配戴者的调节反应可以起到一定的改善作用^[37],有报道在视觉训练1 wk后调节滞后量即有明显减少^[38]。此外,离焦软镜还会引起调节灵活度的下降^[39-40]。

4.3 高阶像差 相比单焦点软镜,离焦软镜在不同瞳孔直径下平均高阶像差均有不同程度增加^[41],且增加的高阶像差不会随着配戴时间延长而改变^[42]。离焦软镜还会增大彗差^[43-44]。李莹等^[45]研究了软性角膜接触镜矫正近视低阶像差后高阶像差的变化,发现配戴软性角膜接触镜后眼总高阶像差增加。

4.4 主观视觉问卷 离焦软镜也会对配戴者的视觉生活质量产生影响^[27],相比单焦点软镜,离焦软镜的主观视觉质量更差,离焦软镜眩光、光晕和视力波动症状也更加明显^[26,46]。随着配戴时间的延长,主观视觉质量会有所改善,可能与大脑模糊适应有关^[47]。

5 小结

目前对近视发生发展的机制仍未能完全明晰,但周边视网膜离焦在近视发生发展中的巨大作用已较为明确。国内外均无对近视的统一治疗方法。离焦软镜对近视的控制效果较好,且为日抛型,减少了眼表炎症发生的可能性,对角膜的影响也较小。但同时也会对视功能产生一定的影响,在暗光条件下这些影响更为明显。尤其目前对亚洲人群配戴离焦软镜后视功能变化的研究较少,在一定程度上限制了离焦软镜在临床的应用。希望今后有更多大样本的临床观察,以证实离焦软镜对近视的疗效,促进其在临床的应用。

参考文献

- [1] Sankaridurg P, Tahhan N, Kandel H, et al. IMI impact of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021,62(5):2.
- [2] Smith EL 3rd, Kee CS, Ramamirtham R, et al. Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005,46(11):3965-3972.
- [3] Kang P, Fan Y, Oh K, et al. The effect of multifocal soft contact lenses on peripheral refraction. *Optom Vis Sci*, 2013,90(7):658-666.
- [4] Pérez-Prados R, Piñero DP, Pérez-Cambrodí RJ, et al. Soft multifocal simultaneous image contact lenses: a review. *Clin Exp Optom*, 2017,100(2):107-127.
- [5] Vinas M, Aissati S, Gonzalez-Ramos AM, et al. Optical and visual quality with physical and visually simulated presbyopic multifocal contact lenses. *Transl Vis Sci Technol*, 2020,9(10):20.
- [6] Shen J, Spors F, Tsang D, et al. *In-Vivo* Evaluation of Peripheral Refraction Changes with Single Vision and Multifocal Soft Contact Lenses. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*, 2018,7(3):112-118.
- [7] Ji QZ, Yoo YS, Alam H, et al. Through-focus optical

characteristics of monofocal and bifocal soft contact lenses across the peripheral visual field. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2018,38(3):326-336.

- [8] Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. IMI prevention of myopia and its progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021,62(5):6.
- [9] Walline JJ, Walker MK, Mutti DO, et al. Effect of high add power, medium add power, or single-vision contact lenses on myopia progression in children: the BLINK randomized clinical trial. *JAMA*, 2020,324(6):571-580.
- [10] 王莹, 吴晓兰, 周磊, 等. 减少旁中心离焦软镜治疗儿童近视的疗效及对屈光度、眼轴长度的影响. *中华全科医学*, 2022,20(11):1863-1865,1869.
- [11] 马薇, 杨必, 王雪, 等. 近视儿童配戴离焦软性接触镜与角膜塑形镜的安全性和有效性的观察比较. *四川大学学报(医学版)*, 2023,54(1):181-185.
- [12] 刘曦, 褚慧慧, 李兆生, 等. 同心双焦软性角膜接触镜的短期临床有效性及满意度分析. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2023,23(3):217-221.
- [13] Chamberlain P, Peixoto-de-Matos SC, Logan NS, et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optom Vis Sci*, 2019,96(8):556-567.
- [14] Wildsoet CF, Chia A, Cho P, et al. IMI - interventions for controlling myopia onset and progression report. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019,60(3):M106.
- [15] Queirós A, Lopes-Ferreira D, González-Méjome JM. Astigmatic peripheral defocus with different contact lenses: review and meta-analysis. *Curr Eye Res*, 2016,41(8):1005-1015.
- [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] 张莹, 荆丽丽, 杜显丽. 近视儿童配戴周边离焦软镜后眼客观视觉质量变化. *中国斜视与小兒眼科杂志*, 2021,29(1):8-12.
- [18] 潘一果, 保金华, 李雪, 等. 多焦软性角膜接触镜对周边屈光度及周边角膜屈光力的影响. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2021,23(9):662-668.
- [19] 于靖, 陈辉, 宫俊芳. 短期配戴角膜接触镜对角膜形态和厚度的影响. *眼视光学杂志*, 2006,8(4):249-251.
- [20] 曾昌洪, 邓应平, 曾树森, 等. 软性角膜接触镜对角膜地形图的影响. *国际眼科杂志*, 2006,6(6):1361-1362.
- [21] 张怡, 贺翔鸽, 白继. 软性角膜接触镜对角膜形态的影响. *眼科研究*, 2003,21(6):625-627.
- [22] 陈楠, 薛劲松, 蔡江怀, 等. 光学离焦技术控制近视的研究进展. *国际眼科杂志*, 2022,22(2):260-264.
- [23] 董亚慧, 侯杰, 张静, 等. 长期持续配戴软性角膜接触镜对近视患者角膜透明度的影响. *中华实验眼科杂志*, 2023,41(4):344-350.
- [24] 姜霄晖, 程爱萍, 王少华. 长期配戴软性角膜接触镜对角膜内皮细胞的影响. *中国实用眼科杂志*, 2011,29(3):267-268.
- [25] 郑玉胜, 庄宪丽, 杨延振, 等. 长期配戴软性角膜接触镜者角膜上皮的病理改变. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2013,15(11):647-650.
- [26] Kang P, McAlinden C, Wildsoet CF. Effects of multifocal soft contact lenses used to slow myopia progression on quality of vision in young adults. *Acta Ophthalmol*, 2017,95(1):e43-e53.
- [27] Huang X, Wang F, Lin Z, et al. Visual quality of juvenile myopes wearing multifocal soft contact lenses. *Eye and Vision*, 2020,7(1):1-8.
- [28] 刘艳, 陈国富, 蒋益, 等. 周边离焦软性角膜接触镜在近视矫治中的光学质量及对对比敏感度视力分析. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2023,25(4):252-256.
- [29] 荆丽丽, 林潇, 杨继山, 等. 低龄近视儿童配戴不同设计周边离焦软镜后眼客观视觉质量变化. *中国斜视与小兒眼科杂志*, 2023,31(2):32,51-54.

- [30] Nti AN, Gregory HR, Ritchey ER, et al. Contrast sensitivity with center-distance multifocal soft contact lenses. *Optom Vis Sci*, 2022, 99(4):342-349.
- [31] Bickle KM, Mitchell GL, Walline JJ. Visual performance with spherical and multifocal contact lenses in a pediatric population. *Optom Vis Sci*, 2021, 98(5):483-489.
- [32] Kropacz-Sobkowiak S, Przekoracka-Krawczyk A, Michalak K, et al. The influence of high addition soft multifocal contact lenses on visual performance. *Ko*, 2020, 122(3):92-99.
- [33] Langaas T, Riddell PM, Svarverud E, et al. Variability of the accommodation response in early onset myopia. *Optom Vis Sci*, 2008, 85(1):37-48.
- [34] SONG YT, ZHU SL, YANG B, et al. Accommodation and binocular vision changes after wearing orthokeratology lens in 8- to 14-year-old myopic children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021, 259(7):2035-2045.
- [35] 陈云云, 丁程璐, 李雪, 等. 高近附加设计多焦软性角膜接触镜与角膜塑形镜对近视儿童调节的影响. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2023, 23(3):206-210.
- [36] Hsiao CJ, Tung HC, Tien CL, et al. The influence of large-diameter multifocal contact lens on ocular surface, visual quality, and visual function for presbyopic adults with dry eye syndromes. *Sci Rep*, 2023, 13(1):19444.
- [37] Gong CR, Troilo D, Richdale K. Accommodation and phoria in children wearing multifocal contact lenses. *Optom Vis Sci*, 2017, 94(3):353-360.
- [38] Wagner S, Schaeffel F, Troilo D. Changing accommodation behaviour during multifocal soft contact lens wear using auditory biofeedback training. *Sci Rep*, 2020, 10(1):5018.
- [39] Ozkan J, Fedtke C, Chung J, et al. Short-term adaptation of accommodative responses in myopes fitted with multifocal contact lenses. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(Suppl 1):S30-S37.
- [40] Burns DH, Allen PM, Edgar DF, et al. A review of depth of focus in measurement of the amplitude of accommodation. *Vision*, 2018, 2(3):37.
- [41] Bakaraju RC, Ehrmann K, Ho A, et al. Inherent ocular spherical aberration and multifocal contact lens optical performance. *Optom Vis Sci*, 2010, 87(12):1009-1022.
- [42] Lopes-Ferreira D, Ruiz-Pomeda A, Pérez-Sánchez B, et al. Ocular and corneal aberrations in controlled randomized clinical trial MiSight® Assessment Study Spain (MASS). *BMC Ophthalmol*, 2021, 21(1):112.
- [43] Lopes-Ferreira D, Fernandes P, Queirós A, et al. Combined effect of ocular and multifocal contact lens induced aberrations on visual performance; center-distance versus center-near design. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(Suppl 1):S131-S137.
- [44] Fedtke C, Ehrmann K, Thomas V, et al. Association between multifocal soft contact lens decentration and visual performance. *Clin Optom*, 2016, 8:57-69.
- [45] 李莹, 汤欣, 李丽华. 软性角膜接触镜矫正近视低阶像差后高阶像差的变化. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14(13):2395-2398.
- [46] Kollbaum PS, Jansen ME, Tan J, et al. Vision performance with a contact lens designed to slow myopia progression. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(3):205-214.
- [47] Cufflin MP, Mankowska A, Mallen EA. Effect of blur adaptation on blur sensitivity and discrimination in emmetropes and myopes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48(6):2932-2939.