

Research Status of Orthokeratology for Myopia

Li Ge, Zhao Huo, Lei Gao

Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shanxi
Email: 1835809329@qq.com

Received: Mar. 19th, 2020; accepted: Apr. 3rd, 2020; published: Apr. 10th, 2020

Abstract

Myopia has attracted wide attention all over the world, which can cause serious complications such as visual impairment and blindness. In recent years, the appearance of orthokeratology (ortho-k, hereinafter referred to as OK mirror) provides a new scheme for myopia control and correction. The purpose of this paper is to review the effectiveness and safety of OK mirror in myopia correction.

Keywords

OK Mirror, Effectiveness, Safety

角膜塑形镜矫正近视的研究现状

葛莉, 霍昭, 高磊

延安大学附属医院眼科, 陕西 延安
Email: 1835809329@qq.com

收稿日期: 2020年3月19日; 录用日期: 2020年4月3日; 发布日期: 2020年4月10日

摘要

近视已在全球范围引起广泛关注, 可造成视力障碍和致盲等严重并发症。近年来, 角膜塑形镜 (Orthokeratology, Ortho-K, 以下简称OK镜) 的出现为近视的控制、矫正提供了新的方案。本文旨在从OK镜矫正近视的有效性和安全性等方面进行综述。

关键词

OK镜, 有效性, 安全性

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在全球范围内，屈光不正导致视力丧失的第二大原因，其中，近视是最常见的[1]。

目前为止，据估计，全世界约有 30% 的人口患有近视，到 2050 年这一数字将上升到 50% [2]。青少年近视的患病率也在增加，现在中国约有 70% 的高中生被诊断为近视[3]。随着近视的进一步发展，严重者可出现视网膜脱离、白内障、青光眼等眼部并发症[4] [5]，对视力产生严重威胁，甚至致盲。控制及延缓近视进展的相关措施主要包括药物治疗、非手术矫正及手术矫正[6] [7] [8] [9]。目前，OK 镜被认为是控制儿童近视发展最有前途的方法之一[10]。中国有 150 万青少年选择了这种治疗方法[11]。长期佩戴 OK 镜的安全性、有效性一直是人们关注的重点，本文对 OK 镜的发展、塑形的机制、矫正近视的有效性 & 安全性等方面展开综述。

2. OK 镜的发展

OK 镜是一种特殊设计的高透氧性硬性角膜接触镜。上世纪中期，新型的玻璃原料聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 的问世，为眼科医生制造角膜接触镜提供了原材料，由此发现角膜接触镜可影响角膜曲率，改变近视和散光的度数，影响视力[12]。1962 年，George Jessen [13] 最先论述了早期 OK 镜矫正近视的原理，第一代 OK 镜由此产生。由于 PMMA 的不透氧性材料和设计的欠缺，其矫正近视的速度慢、并发症多，未在临床上广泛应用。直至上世纪末，随着科技进步，OK 镜的应用也得到进一步的发展[14]。

3. OK 镜的塑形机制

Norto [15] 和 Smith [16] [17] 等的动物实验结果发现，周边视网膜离焦在眼球生长和屈光调控中起主导作用，周边远视离焦可引起眼球增长。OK 镜采用的是逆几何学设计，镜片中央弧度小而周边弧度大，包括四个弧区，分别是基弧、反转弧、定位弧、周边弧(见图 1，图片引自巩朝雁[18]等)。OK 镜通过重力、眼睑压力、表面张力、泪液挤压力等产生塑形力。主要体现在：1) 基弧区的正向压平力：此区曲率显著高于角膜光学区，借助平行弧区的内向力，其镜片内面挤压角膜中央，从而降低使角膜光学区的屈光度，促使中央角膜上皮层和浅基质层细胞向周边部移行。2) 反转弧区的负向压力：此区与角膜之间存在较大的空隙，其间积聚的泪液所产生的表面张力对该区角膜产生向外的牵拉力，同时接受从角膜中央区移行而来的组织细胞，引起旁中央区屈光度增加。3) 平行弧区的附着张力：此区相对平行于中周部角膜，借助泪液所产生的吸附张力，使得镜片定位更好，限制角膜组织的移动。4) 周边弧：稍翘起，有助于泪液在 OK 内外的交换，保持动态平衡。OK 镜的佩戴，使得角膜中央区的曲率变平，中周边部变陡，光线进入眼内时产生不同程度的折射，使得视网膜中央能获得清晰成像，与此同时其周边呈现相对近视性离焦状态，从而达到控制近视进展的目的。

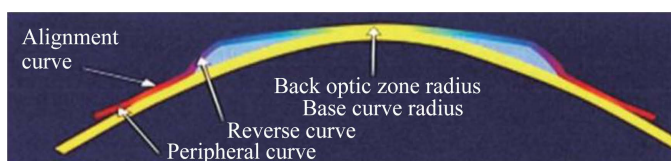


Figure 1. Design of VST lens

图 1. VST 镜片的设计

4. OK 镜控制近视的有效性

4.1. OK 镜与屈光度

佩戴 OK 镜能够明显降低近视患者的屈光度。配戴 OK 镜的早期,角膜上皮很快重新分布。中央上皮变薄,周边相应增厚。有效地降低了角膜的屈光度,相当于增加了一个凹面的眼镜片,确保摘镜后的未矫正视力[19]。Sun 等[20]关于是否佩戴框架眼镜矫正近视的对照研究发现,2 年后戴镜与不戴镜的近视发展无统计学差异。有 Meta 分析发现,佩戴 OK 镜者等效球镜度数增长的速度明显低于佩戴框架眼镜者,OK 镜能有效控制近视度数的增长[21]。OK 镜不但能降低患者的屈光度,并且对控制近视发展有一定的作用[21] [22] [23]。杨吟等[24]指出,OK 镜对低中度近视矫正效果良好,对高度近视者的治疗效果在 3 个月后才趋于稳定。Charm [25]的一项关于高度近视矫正是否联合 OK 镜的对比研究指出,相较于单纯佩戴框架眼镜组,OK 镜联合框架眼镜组近视度数增长速度更为缓慢,其观察 1 年球镜增长中位数为 0.13 D,而单纯佩戴框架眼镜组则为 1 D,由此可以看出,OK 镜对高度近视患者具有一定的疗效。

4.2. OK 镜与眼轴

近视的分类方式有很多,按其屈光成分可分为轴性和屈光性。就目前而言,轴性近视在近视占主导地位,主要表现为眼轴变长。由此可见,眼轴变化是衡量 OK 镜矫正及控制近视的重要指标。Hiraoka 等[26]的一项长达 5 年的对比研究指出,OK 镜组的眼轴长度增加(0.99 ± 0.47) mm,而普通框架眼镜组增加(1.41 ± 0.68) mm,OK 镜可减慢眼轴增长。Chen [27]在佩戴 OK 镜后眼轴长度影响因素的相关性分析中指出,脉络膜厚度增加和眼轴缩短有相关性,但所占比例较小,约 12%。一项研究发现,佩戴 OK 镜后的早期随访中出现的区域性角膜屈光力改变总和能够预测儿童眼轴长度变化,这一参数能更好指导儿童 OK 镜的应用[28]。

4.3. OK 镜与正相对调节力

调节为人眼的重要功能之一,相对调节力为评价调节功能的重要指标。正相对调节即为在屈光不正基础上可继续动用的调节,正常值为 $-2.37 + 1.00$ D [29]。一定储备的正相对调节对于人眼看近处是有益的,研究发现近视患者其正相对调节低于正视者,因此正相对调节力低下考虑为近视进展的因素之一[30]。李鑫[31]等研究表明,OK 镜组患儿在戴镜 6 月后正相对调节平均值为 -2.27 ± 0.37 D,远高于治疗前的 -0.83 ± 0.23 D 以及框架眼镜组的 -0.83 ± 0.24 D。这说明 OK 镜在提高正相对调节储备方面优于框架眼镜。由此考虑提高正相对调节储备是否也是 OK 镜减缓近视发展的机制之一[32]。OK 镜增加正相对调节力储备值的具体机制尚不明确。朱伟根等[33]发现 OK 镜可增大近视患者的眼前节变化幅度,使其晶状体产生更大的形变。

5. OK 镜矫正近视的安全性

5.1. OK 镜与角膜

Zhang 等[19]发现佩戴 OK 镜 1 天后角膜中央 2 mm 区域内的上皮厚度明显变薄,1 周时达到最低值,平均值 6.13 ± 1.67 μm ($P < 0.001$)。角膜厚度的改变为可逆性,其恢复正常形状所需时间取决于角膜塑形镜的使用时长,佩戴 OK 镜时间越长,停戴后角膜完全恢复其正常形状所需时间越久[34],国内外研究认为 OK 镜作用位点主要为角膜上皮细胞的重新分布,其内皮细胞的结构和生理功能不会受到影响[35] [36]。Lum [37]等指出佩戴 OK 镜 30 天后,角膜神经纤维的形态迅速发生改变,其功能敏感度降低。

5.2. OK 镜与泪膜

Kastelan [38]等研究证实,长时间配戴 OK 镜会影响泪液分泌的质和量,从而引起干眼,而且随着戴镜时间的延长,干眼症状逐渐加重。Li 等[39]的一项长达 1 年的研究认为,佩戴 OK 镜会降低泪膜稳定性,尤以第一周为著。Na 等[40]指出,配戴角膜塑形镜 1 年后,出现睑板腺功能障碍,影响泪液蒸发速度,引起泪膜稳定性下降。停戴后大多数可逐渐恢复至正常[41]。

5.3. OK 镜与眼压

王晓冰等[42]研究发现患者佩戴角膜塑形镜 1 周后使用非接触眼压计测得眼压(14.28 ± 2.32) mmHg,相比戴镜前(16.34 ± 1.95) mmHg 下降了 12%,1 周后眼压趋于稳定。顾敏等[43]研究认为,角膜塑形镜对角膜的塑形作用及眼睑的压迫作用使眼球房水流畅系数增加,从而增加房水外流,引起眼压下降。吴艳等[44]对 108 例(190 眼)配戴 OK 镜患者分别采用非接触式眼压计及动态轮廓眼压计进行眼压测量,发现前者所测眼压呈现逐步下降的趋势,后者测得眼内压无明显改变,由此考虑,OK 镜所引起的眼压下降可能与中央角膜变平变薄有关,对眼内压本身并不存在影响。

6. 展望

迄今为止,越来越多的青少年近视患者选择 OK 镜来矫正和控制近视进展,其安全性和有效性已得到大量临床证实。佩戴角膜塑形镜后眼轴的改变除外脉络膜厚度增加、角膜上皮变薄,是否还与其他因素有关有待进一步研究。此外,角膜塑形镜增加正相对调节储备值的机制、正相对调节力与眼前节变化幅度之间的关系尚不明确。目前,临床上角膜塑形镜联合低浓度阿托品的近视防控效果研究备受关注,这为矫正近视、控制近视进展提供了新的治疗思路,但其远期效果还有待观察,期待后期加大临床样本量。

参考文献

- [1] Jacinto, S.-R., Cesar, V.-C., Gilmartin, B., *et al.* (2017) Long-Term Efficacy of Orthokeratology Contact Lens Wear in Controlling the Progression of Childhood Myopia. *Current Eye Research*, **42**, 713-720. <https://doi.org/10.1080/02713683.2016.1221979>
- [2] Holden, B.A., Fricke, T.R., Wilson, D.A., *et al.* (2016) Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, **123**, 1036-1042. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- [3] Kang, Z., Tao, F., Jing, J., *et al.* (2016) A Meta-Analysis for Prevalence of Myopia among Chinese Teenagers Journal of Echoge Clinical. *Journal of Clinical Ophthalmology*, **24**, 395-399.
- [4] Cho, B.J., Shin, J.Y. and Yu, H.G. (2016) Complications of Pathologic Myopia. *Eye Contact Lens*, **42**, 9-15. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000223>
- [5] Ikuno, Y. (2017) Overview of the Complications of High Myopia. *Retina*, **37**, 2347-2351. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001489>
- [6] 杨晓玮, 张少斌. 近视相关影响因素的研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2017, 17(10): 1871-1873.
- [7] Chassine, T., Villain, M. and Harnel, C.P. (2015) How Can We Prevent Myopia Progression. *European Journal of Ophthalmology*, **4**, 280-285. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000571>
- [8] Walline, J.J. (2016) Myopia Control: A Review Eye. *Contact Lens*, **42**, 3-8. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000207>
- [9] 谢培英. 青少年近视、散光的非手术控制与治疗[J]. 眼科, 2016, 5(1): 294-298.
- [10] Si, J.-K., Tang, K., Bi, H.-S., *et al.* (2015) Orthokeratology for Myopia Control: A Meta-Analysis. *Optometry and Vision Science*, **92**, 252-257. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000505>
- [11] Xie, P. and Guo, X. (2016) Chinese Experiences on Orthokeratology. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, **429**, 43-47. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000190>
- [12] Polse, K.A., Brand, R.J., Schwalbe, J.S., *et al.* (1983) The Berkeley Orthokeratology Study, Part II: Efficacy and Dura-

- tion. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, **60**, 187-198. <https://doi.org/10.1097/00006324-198303000-00006>
- [13] Jesson, G.N. (1962) Orthofocus Techniques. *Contacto*, **6**, 200-204.
- [14] 陈建卓, 陈露, 李媛媛, 等. 角膜塑形镜 423 例临床应用报告[J]. 国际眼科杂志, 2012, 12(1): 130-132.
- [15] Norton, T.T. (1999) Animal Models of Myopia: Learning How Vision Controls the Size of the Eye. *ILAR Journal*, **40**, 59-77. <https://doi.org/10.1093/ilar.40.2.59>
- [16] Smith, E.L., Kee, C.S., Ramamirtham, R., et al. (2005) Peripheral Vision Can Influence Eye Growth and Refractive Development in Infant Monkeys. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **46**, 3965-3972. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0445>
- [17] Smith, E.L., Ramamirtham, R., Qiao-Grider, Y., et al. (2007) Effects of Foveal Ablation on Emmetropization and Form-Deprivation Myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **48**, 3914-3922. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-1264>
- [18] 巩朝雁, 张纓, 张姝贤. 角膜塑形镜的临床验配[J]. 中国眼镜科技杂志, 2020(1): 154-157.
- [19] Zhang, J., Li, J., Li, X., et al. (2020) Redistribution of the Corneal Epithelium after Overnight Wear of Orthokeratology Contact Lenses for Myopia Reduction. *Contact Lens and Anterior Eye*, pii: S1367-0484(20)30033-3. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.02.015>
- [20] Sun, Y.Y., Li, S.M., Li, S.Y., et al. (2017) Effect of Uncorrection versus Full Correction on Myopia Progression in 12-Year-Old Children. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **255**, 189-195. <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3529-1>
- [21] Sun, Y., Xu, F., Zhang, T., et al. (2015) Orthokeratology to Control Myopia Progression: A Meta-Analysis. *PLoS ONE*, **10**, e0124535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124535>
- [22] Downie, L.E. and Lowe, R. (2013) Corneal Reshaping Influences Myopic Prescription Stability (CRIMPS): An Analysis of the Effect of Orthokeratology on Childhood Myopic Refractive Stability. *Eye Contact Lens*, **39**, 303-310. <https://doi.org/10.1097/ICL.0b013e318298ee76>
- [23] Zhu, M.J., Feng, H.Y., He, X.G., et al. (2014) The Control Effect of Orthokeratology on Axial Length Elongation in Chinese Children with Myopia. *BMC Ophthalmology*, **14**, 141. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-141>
- [24] 杨吟, 吴峥峥. 角膜塑形镜对青少年高度近视者裸眼视力及屈光度的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2014, 11(6): 27-30
- [25] Charm, J. and Cho, P. (2013) High Myopia-Partial Reduction Orthok: A 2-Year Randomized Study. *Optometry and Vision Science*, **90**, 530-539. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e318293657d>
- [26] Hiraoka, T., Kakita, T., Okamoto, F., et al. (2012) Long-Term Effect of Overnight Orthokeratology on Axial Length Elongation in Childhood Myopia: A 5-Year Follow Up Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **53**, 3913-3919. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8453>
- [27] Chen, Z., Xue, F., Zhou, J., et al. (2016) Effects of Orthokeratology on Choroidal Thickness and Axial Length. *Optometry and Vision Science*, **93**, 1064-1071. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000894>
- [28] Hu, Y., Wen, C., Li, Z., et al. (2019) Areal Summed Corneal Power Shift Is an Important Determinant for Axial Length Elongation in Myopic Children Treated with Overnight Orthokeratology. *The British Journal of Ophthalmology*, **103**, 1571-1575. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312933>
- [29] 杨智宽. 眼视光学[M]. 第2版. 北京: 科学出版社, 2014: 181-190.
- [30] 漆争艳, 郭燕, 杨俊芳, 等. 141 例 6-14 岁儿童屈光不正与各调节因素之间的相关性[J]. 医学临床研究, 2016, 33(2): 386-388.
- [31] 李鑫, 马丽娜. 角膜塑形镜对青少年近视患儿正相对调节力的影响[J]. 国际眼科杂志, 2019, 19(9): 1623-1625.
- [32] Pineles, S.L., Kraker, R.T., Vanderveen, D.K., et al. (2017) Atropine for the Prevention of Myopia Progression in Children a Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, **124**, 1857-1866. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.05.032>
- [33] 朱伟根, 张莎莎, 邵一磊, 等. 角膜塑形术后眼前节形态及调节功能[J]. 中华眼视光学及视觉科学杂志, 2016, 18(4): 232-236.
- [34] Kang, S.Y., Kim, B.K. and Byun, Y.J. (2007) Sustainability of Orthokeratology as Demonstrated by Corneal Topography. *Korean Journal of Ophthalmology*, **21**, 74-78. <https://doi.org/10.3341/kjo.2007.21.2.74>
- [35] 谢培英. 重新认识角膜塑形术[J]. 眼科, 2012, 21(6): 361-365.
- [36] Liu, Y.M. and Xie, P. (2016) The Safety of Orthokeratology: A Systematic Review. *Eye Contact Lens*, **42**, 35-42. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000219>

-
- [37] Lum, E., Golebiowski, B. and Swarbrick, H.A. (2017) Changes in Corneal Subbasal Nerve Morphology and Sensitivity during Orthokeratology: Onset of Change. *The Ocular Surface*, **15**, 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2016.07.005>
- [38] Kastelan, S., Lukenda, A., Salopek-Rabati, J., *et al.* (2013) Dry Eye Symptoms and Signs in Long-Term Contact Lens Wearers. *Collegium Antropologicum*, **37**, 199-203.
- [39] Li, J., Dong, P. and Liu, H. (2018) Effect of Overnight Wear Orthokeratology Lenses on Corneal Shape and Tears. *Eye Contact Lens*, **44**, 304-307. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000357>
- [40] Na, K.S., Yoo, Y.S., Hwang, H.S., *et al.* (2016) The Influence of Overnight Orthokeratology on Ocular Surface and Meibomian Glands in Children and Adolescents. *Eye Contact Lens*, **42**, 68-73. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000196>
- [41] 赵可浩, 陆文秀, 王文萃, 等. 配戴一年以上的夜用角膜塑形镜停戴后角膜参数的变化[J]. 眼科, 2016, 25(5): 306-309.
- [42] 王晓冰, 张利科, 邱迎红, 等. 角膜塑形镜对青少年近视眼视力、眼压及生物测量参数的影响[J]. 重庆医学, 2017, 46(16): 2204-2205 + 2208.
- [43] 顾敏, 祁勇军, 李斌辉, 等. 角膜塑形术阻止近视进展的临床观察[J]. 实用诊断与治疗杂志, 2005, 19(1): 22-25.
- [44] 吴艳, 杨丽萍, 黄振平, 等. 108 例青少年近视患者配戴角膜塑形镜前后的眼压分析[J]. 医学研究生学报, 2012, 25(9): 927-929.