

## 关于儿童和青少年高度近视干预措施的争议

赵文辰<sup>1</sup> 综述 何鲜桂<sup>1</sup> 邓俊杰<sup>2</sup> 审校

<sup>1</sup>上海市眼病防治中心 上海市眼科医院 上海市视觉健康中心,上海 200040;<sup>2</sup>上海交通大学附属上海市第一人民医院 上海市眼底病重点实验室 国家眼部疾病临床医学研究中心,上海 200080

通信作者:何鲜桂,Email:xianhezi@163.com

**【摘要】** 随着近视的高发和低龄化趋势,高度近视的防控措施持续受到关注。目前控制儿童和青少年高度近视进展的手段主要包括低浓度阿托品滴眼液点眼、配戴角膜塑形镜或多焦点软性角膜接触镜(MFSCLS)、后巩膜加固术等,这些干预措施也已在高度近视儿童群体中开展,并被证实可能可以有效控制近视进展,但在临床用法、安全性等方面仍存在一些争议。其中,低浓度阿托品滴眼液存在着使用浓度与安全性的矛盾,较高浓度的阿托品控制效果较好,但也伴随着更高的不良反应发生风险;同时部分儿童应用阿托品后近视控制效果不佳。角膜塑形镜长期配戴的控制效果不够明确,且角膜塑形镜的度数设置尚缺少定论。MFSCLS 配戴对高度近视的控制效果仍需大样本的临床试验进一步证明。后巩膜加固术作为手术手段,其不良反应的发生风险及创伤较其他干预措施大,目前尚无高级别循证医学证据证明其有效性。各类高度近视干预措施的推广应用仍需高级别的循证医学证据支持。本文从药物、光学、手术及其他干预措施几个方面就近年来儿童和青少年高度近视干预措施存在的争议进行综述。

**【关键词】** 近视; 防控; 儿童; 青少年; 高度近视

**基金项目:** 国家重点研发计划项目(2016YFC0904800、2019YFC0840607); 国家科技重大专项项目(2017ZX09304010); 国家卫生健康委医政医管局课题项目(YF20200630); 上海市公共卫生优秀学科带头人培养计划项目(GWV-10.2-XD09)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20211019-00567

### Controversies over interventions for high myopia in children and adolescents

Zhao Wenchen<sup>1</sup>, He Xiangui<sup>1</sup>, Deng Junjie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shanghai Eye Disease Prevention and Treatment Center, Shanghai Eye Hospital, Shanghai Vision Health Center, Shanghai 200040, China; <sup>2</sup>Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai Key Laboratory of Ocular Fundus Diseases, National Eye Disease Clinical Medicine Research Center, Shanghai 200080, China

Corresponding author: He Xiangui, Email: xianhezi@163.com

**【Abstract】** With the high incidence and early onset age of myopia, continuous attention has been paid to the prevention and control of high myopia. Interventions to control the progression of high myopia in children and adolescents at present mainly include low-dose atropine eye drops, orthokeratology, multifocal soft contact lenses and posterior scleral reinforcement. The interventions have also been applied among children with high myopia and have been proved effective in controlling the progression of myopia. Controversies over their clinical usages and safety still exist. There is a contradiction between concentration and safety of low-dose atropine eye drops, namely, higher concentration showing better efficacy is accompanied by the higher risk of adverse reactions. Meanwhile, there exist some children having poor response to atropine treatment. The long-term effect of orthokeratology lens is unclear, and how to choose the power of orthokeratology lens has not come to an agreement. The effect of multifocal soft contact lens on high myopia needs to be further verified by clinical trials with large sample size. Posterior scleral reinforcement is a surgical procedure, having a higher risk of adverse reactions and trauma than other interventions, and there is a lack of high-level evidence-based medical evidence to prove its efficacy. The promotion and application of interventions for high myopia still require the support of high-level medical evidences. From the perspectives of medicine, optics, surgery and other strategies, the recent controversies about the intervention for high myopia in children and adolescents were reviewed in this article.

[Key words] Myopia; Prevention and control; Child; Adolescent; High myopia

**Fund program:** National Key R&D Program of China (2016YFC0904800, 2019YFC0840607); National Science and Technology Major Project of the Ministry of Science and Technology of China (2017ZX09304010); Project of Medical Administration and Hospital Authority of National Health Commission (YF20200630); Discipline Leader Cultivation Program of Shanghai Three Year Action Plan on Strengthening Public Health System Construction (GWV-10. 2-XD09)

DOI:10. 3760/cma. j. cn115989-20211019-00567

伴随着近视的高发和低龄化趋势,儿童和青少年高度近视的流行情况不容乐观。当前东亚、东南亚地区近视高发国家的儿童和青少年、青年人群高度近视患病率为 4.0%~21.1%<sup>[1-5]</sup>;2013—2018 年,我国高中生高度近视患病率高达 19.3%,并仍呈攀升趋势<sup>[6]</sup>。研究表明,高度近视患者发生青光眼、白内障、视网膜裂孔、视网膜脱离、黄斑病变等疾病的风险显著增高<sup>[7-8]</sup>,这些并发症可严重影响患者的视力和生活质量,并加重社会经济负担<sup>[9-10]</sup>,控制高度近视刻不容缓。为控制高度近视的发生和进展,近视进展过程中从非近视到近视、近视到高度近视、高度近视到发生病理改变的每个过程均需采取措施。近年来,常见的药物、光学干预措施以及手术治疗对控制高度近视进展的疗效研究正陆续开展,并已取得一定进展;然而上述措施在控制高度近视进展的疗效、适应证及安全性等方面存在争议,目前仍难以确定针对不同群体的最佳治疗方法。本文就近年来儿童和青少年高度近视干预措施存在的争议进行综述。

## 1 药物干预措施

据 Cochrane 数据库及 Meta 分析结果,目前已行临床研究的药物中,阿托品、哌仑西平和环戊酸酯均可有效控制儿童近视的进展,其中阿托品的效果最为显著(中等质量证据)<sup>[11-13]</sup>。哌仑西平、环戊酸酯与阿托品相比,具有不易引起睫状肌麻痹及扩瞳的优点<sup>[12]</sup>,但两者控制近视进展的效果较阿托品差<sup>[11,13]</sup>,已较少用于临床研究。目前的研究认为,托吡卡胺、噻吗洛尔、7-甲基黄酮等药物不具有控制近视的效果<sup>[13]</sup>。

研究表明,低浓度阿托品滴眼液点眼能有效控制轻、中、高度近视进展<sup>[11,14]</sup>。然而,当前研究的随访时间多为 1~2 年,仅少数随访时间达 5 年,且未涉及停药后的安全性研究,根据对停药后近视进展及眼轴增长的研究,低浓度阿托品在停药后的作用时间可能长达半年,其长时间应用及停药后的安全性并不明确<sup>[14-19]</sup>;其次,不同浓度的阿托品在应用效果与安全性之间存在矛盾,较高浓度阿托品使用者较低浓度阿托品使用者屈光度及眼轴长度增长较慢,但与此同时畏光、视物模糊等不良反应的发生率也更高,并可造成停药反弹现象;相对地,较低浓度阿托品具有较弱的延缓近视进展作用,但能显著降低以上几种不良反应的发生率<sup>[13,15,18,20-22]</sup>。

采取何种浓度、何种用药方法以延缓近视进展及减少不良反应,平衡阿托品的有效性与安全性,在不同研究中尚存在争议。在低浓度阿托品的高度近视干预研究中,一方观点认为,高度近视者的近视进展不易控制,需应用较高浓度的阿托品以保证有效干预<sup>[14]</sup>;而另一方观点认为,高度近视控制仍应以安

全性为前提,较低浓度阿托品能在控制近视的同时保障安全性<sup>[23]</sup>。据目前的临床试验结果,较高浓度阿托品能更有效地控制儿童青少年的近视进展,但其不良反应的发生率亦高于较低浓度阿托品。Polling 等<sup>[14,24]</sup>研究发现,随访 3 年内质量分数 0.5%阿托品滴眼液点眼能有效控制高度近视进展,等效球镜度(spherical equivalent refraction, SER)年平均进展-0.25 D,眼轴长度年平均增长 0.11 mm,其中第 1 年内屈光度和眼轴长度增长量低,第 2 年至第 3 年进展加快,但进展量仍低于对照组。相比之下,较低浓度阿托品干预近视的效果可能较弱。Zhao 等<sup>[23]</sup>研究发现,<10、11~12 和 13~14 岁的高度近视儿童,应用 0.01%阿托品 1 年后 SER 平均进展分别为-0.37、-0.41 和 -0.48 D。以上试验发现,低浓度阿托品滴眼液对高度近视进展的控制效果可能弱于轻中度近视<sup>[23]</sup>。此外,不同临床试验在阿托品点眼治疗的适用年龄及给药方法方面存在争议,低浓度阿托品滴眼液的疗效是否与儿童年龄相关尚无定论。Polling 等<sup>[14]</sup>研究发现年龄≥10 岁的儿童应用 0.5%阿托品 1 年内的近视进展量显著小于<10 岁者,而 Zhao 等<sup>[23]</sup>研究发现,11~12、13~14 岁的儿童应用 0.01%阿托品 1 年内的近视进展及眼轴增长量均大于≤10 岁的儿童;在给药方式方面,部分研究采用了间断使用较高浓度阿托品的给药方式,并认为间断给药能够在有效延缓近视进展的同时较少发生不良反应,但缺乏该种方式与不同浓度阿托品连续使用的比较研究,尚待进一步研究证实<sup>[25]</sup>。

安全性方面,较低浓度阿托品使用后不良反应发生率较低,安全性较好<sup>[20,22]</sup>,而 0.5%阿托品使用后畏光和阅读问题发生率较高,部分患者有轻微头痛<sup>[14]</sup>,Polling 等<sup>[24]</sup>研究认为,虽然不良反应发生率较高,但并非导致停止治疗的主要原因。能否使用较高浓度的阿托品以保证对高度近视的控制效果,尚未得到更多临床试验结果的支持。

无论阿托品浓度高低,试验中均有部分患者控制效果不明显,目前这些儿童尚缺乏证据明确的治疗方法。有研究建议对单用阿托品效果较差者可联合应用角膜塑形镜等光学手段<sup>[22]</sup>。Meta 分析结果显示,阿托品与角膜塑形镜联合治疗的效果优于单用角膜塑形镜<sup>[26-27]</sup>,但 Chen 等<sup>[28]</sup>近期的研究表明,对于角膜塑形镜治疗后近视仍进展较快的儿童,阿托品与角膜塑形镜的联合治疗不能显著改善眼轴的快速生长;Polling 等<sup>[24]</sup>对较低浓度阿托品滴眼液反应性差者应用了 1%阿托品,该部分人群近视进展仍较快。

目前,我国低浓度阿托品滴眼液尚未获批用于近视防控,高度近视患者应用阿托品的研究数量有限且已有研究样本量

较小,其应用的远期毒性不明确,并在药物使用浓度与方法等方面存在争议。因此,有必要对低浓度阿托品滴眼液使用者进行长期随访以观察其安全性,并针对不同药物浓度、不同用药频次和不同年龄患者开展研究,寻找兼顾阿托品安全性与有效性的最适浓度。临床中应谨慎使用阿托品控制高度近视,可从相对低浓度开始使用,根据患者不良反应及近视进展情况,调整药物浓度和给药方式,或考虑联合应用光学干预措施。

## 2 光学干预措施

除单焦镜片和普通软性角膜接触镜外,已有多项光学手段用于延缓近视进展,但根据 Cochrane 数据库及综述研究结果分析,仅角膜塑形镜配戴明确具有中度控制近视进展的效果<sup>[11-13,22]</sup>。除角膜塑形镜外,近年来多焦点软性角膜接触镜(multifocal soft contact lenses, MFSCLS)受到广泛关注,多项研究提示其或可有效控制近视进展<sup>[29]</sup>。

### 2.1 角膜塑形镜配戴

Meta 分析显示,配戴角膜塑形镜平均每年可使眼轴增长量减少 0.14~0.28 mm<sup>[11,13,15]</sup>,为保持配戴者日间裸眼视力的稳定,临床上主要用于低中度近视患者。但随着控制高度近视的需求增加,角膜塑形镜开始在临床上用于高度近视者,目前常采用夜间配戴低于近视度数的角膜塑形镜和日间框架眼镜相结合的方式。

目前,角膜塑形镜在高度近视患者中应用的有效性和依从性仍存在争议,配戴角膜塑形镜对高度近视患者近视控制的有效性和安全性尚需进一步研究证实,角膜塑形镜与框架眼镜相结合的方式中,如何确定角膜塑形镜的度数以保证较好的依从性等问题仍有待进一步研究。

研究认为,配戴角膜塑形镜在第 1 年内能有效延缓高度近视进展<sup>[23,30-33]</sup>,但在长期应用的有效性方面研究结论尚不一致。Charm 等<sup>[31]</sup>和周建兰等<sup>[32]</sup>分别观察到随访 2 年、4 年内配戴角膜塑形镜能有效控制眼轴增长;Zhu 等<sup>[34]</sup>研究认为仅第 1 年儿童眼轴增长受到抑制,第 2 年无显著效果。以上 3 项研究入组儿童的年龄均值(中位数)分别为 10、15 和 10.48 岁,基线 SER 均值(中位数)分别为 -6.38、-7.34 和 -6.72 D。Charm 等<sup>[31]</sup>和 Zhu 等<sup>[34]</sup>研究中纳入的近视儿童年龄范围相似,两者结果上的差异可能与角膜塑形镜降低度数的不同和后者较高的基线近视度数有关。此外,Zhu 等<sup>[34]</sup>研究发现,低、中度近视儿童配戴角膜塑形镜后 2 年内眼轴增长均受到显著抑制,认为其控制效果与基线近视度数有关,对高度近视的控制效果弱于轻中度近视。

此外,联合应用角膜塑形镜与框架眼镜的方式尚未得到大样本量的研究证据,不同研究中角膜塑形镜可使配戴眼的屈光度降低 4.00~6.00 D<sup>[33]</sup>。Lyu 等<sup>[30]</sup>研究了配戴不同度数角膜塑形镜的近视控制效果,结果显示使配戴眼的屈光度分别降低 4.00 D、6.00 D 的 2 个角膜塑形镜组在延缓近视进展、控制眼轴增长方面均显著优于对照组,且 2 个组间比较差异均无统计学意义,而屈光度降低 4.00 D 组的角膜染色率远低于屈光度降低 6.00 D 组,表明过度降低屈光度可导致不良反应发生风

险增加。

临床应用中,高度近视眼角膜塑形镜的验配存在一定难度,日间裸眼视力不稳定、发生不良反应、2 种镜片联合应用配戴较复杂等因素均可造成儿童依从性下降、戴镜时间不连续,进而影响控制效果。鉴于此,需要进一步评估高度近视眼应用角膜塑形镜的长期有效性及安全性,依从性的提高亦有赖于更合理的配戴方式,以及新型镜片材料的应用。对需要配戴角膜塑形镜的儿童应充分做好宣教,可在依从性较好的情况下试戴 4.00 D 度数的镜片以降低不良反应的发生风险,在密切随访中关注近视进展情况与镜片使用的安全性。

### 2.2 MFSCLS 配戴

MFSCLS 由于具有多焦点分布从而产生周边远视离焦等作用,近年来被用于控制近视进展研究,其作用已在临床试验中得到初步证实<sup>[29,35]</sup>。部分纳入高度近视者的试验证明了 MFSCLS 的有效控制近视进展作用<sup>[36]</sup>,但目前尚缺少大规模的临床试验证实 MFSCLS 对高度近视控制的有效性。

支持者认为,MFSCLS 相比于角膜塑形镜具有一定优势,有望成为更合适的光学干预手段。研究表明,MFSCLS 日间配戴的方式可有效降低感染性角膜炎的发生率,安全性更好<sup>[29]</sup>;此外,MFSCLS 可为高度近视患者提供足够的矫正度数,无需再额外配戴框架眼镜。反对者则认为,MFSCLS 的近视控制效果稳定性较低、个体差异较大,延缓近视进展的效果可能与配戴时长、镜片添加度数、配戴者瞳孔大小等多种因素有关<sup>[29]</sup>。作为近年来采用的近视干预新手段,MFSCLS 在应用于高度近视人群前仍需开展大样本量的研究。作为角膜接触镜,其应用的临床试验中仍应关注相关的角结膜不良反应,进一步评估其远期安全性。

## 3 手术干预措施

按手术部位的不同,屈光手术可分为角膜屈光手术、晶状体植入术及巩膜屈光手术。角膜屈光手术(如准分子激光角膜原位磨镶术、微小切口角膜基质透镜切除术等)和人工晶状体植入术(如透明晶状体摘出合并人工晶状体植入术、前房人工晶状体植入术、晶状体前接触镜植入术等)的短期和长期屈光度矫正效果已得到一些研究肯定,具有较好的安全性<sup>[37-39]</sup>。后巩膜加固术属于巩膜屈光手术,一般用于防止高度近视进一步发展,通过加固后极部的巩膜薄弱区域,延缓眼轴增长并控制近视进展<sup>[40]</sup>,但是其在安全性、手术方式以及人群选择方面仍存在争议。

### 3.1 角膜屈光手术和人工晶状体植入术

根据角膜厚度、前房深度、有无合并眼部疾病等情况的不同,角膜屈光手术和人工晶状体植入术具有不同的适应证,但 2 种手术仅适用于近视度数稳定或进展较慢的成年人或即将成年的青少年<sup>[41]</sup>,且仅能矫正屈光度,不能抑制眼轴增长,对眼底病变亦无明显改善作用,因此不能用于延缓近视发展,或防止眼部并发症的产生。人工晶状体植入术目前主要用于治疗合并高度近视的白内障患者,少用于单纯高度近视患者<sup>[41]</sup>。

### 3.2 后巩膜加固术



后巩膜加固术作为高度近视的治疗手段较早出现,但因在临床应用上存在争议,一直未推广使用。后巩膜加固术的支持者认为,其可在有效延缓近视进展的同时,治疗相关眼底并发症<sup>[40,42]</sup>;而该手术的反对者认为,手术风险及创伤较大,且因影响因素复杂,不能保证稳定的疗效,治疗不当可能影响眼部发育<sup>[40,42]</sup>。

目前部分研究肯定了后巩膜加固术控制屈光度进展、延缓眼轴增长的短期效果和维持矫正视力稳定的长期效果。Meta 分析结果表明,后巩膜加固术术后较对照组平均每年屈光度进展减少 0.41 D,眼轴增长平均减少 0.17 mm<sup>[42]</sup>。研究发现,后巩膜加固术术后 5 年最佳矫正视力好于基线水平,眼轴长度较基线增长,但较对照组缓慢<sup>[43-44]</sup>;并可能在术后 10 年内维持最佳矫正视力的稳定<sup>[45]</sup>。

除控制近视进展外,后巩膜加固术亦可治疗高度近视的眼底并发症,包括后巩膜葡萄肿、黄斑裂孔、黄斑劈裂、视网膜脱离等。对伴有黄斑裂孔或视网膜脱离的高度近视患者行后巩膜加固术治疗,除控制近视进展外,光相断层扫描检查可见视网膜裂孔缩小、黄斑裂孔闭合,而随访期间对照组黄斑裂孔可能加重<sup>[43]</sup>。研究表明,后巩膜加固术或可控制高度近视眼的脉络膜厚度变化并改善黄斑区域血流<sup>[46]</sup>,其治疗眼底疾病的机制可能与此有关。

然而,后巩膜加固术作为手术治疗方式,具有一定的创伤性及风险性。后巩膜加固术术后常见结膜充血、眼活动受限、眼压升高等轻度并发症,玻璃体积血、视神经萎缩、黄斑出血或裂孔、视网膜脱离等威胁视力的严重并发症亦有报道<sup>[40,42]</sup>。后巩膜加固亦可导致眼后部组织黏连,造成术后再发的视网膜脱离等并发症时难以处理。

作为高度近视干预手段,目前尚无高级别循证医学证据证明后巩膜加固术的有效性,且其治疗效果受到多种因素影响,临床应用中情况复杂。研究显示,加固材料、手术方式和手术时加固程度的不同均可影响治疗效果<sup>[40,42]</sup>。有研究认为,后巩膜加固术对青少年眼轴增长的控制作用存在但不显著,平均年龄较小的儿童高度近视进展较快<sup>[47]</sup>,但抑制效果过强亦可能影响儿童眼部的正常发育。

因此,后巩膜加固术在安全性、手术方式、人群选择方面仍存在争议,尚不能作为控制儿童高度近视进展的首选方式,无论后巩膜加固术在近视干预过程中具有何种利弊,均需要高级别的循证证据支持,不同人群、术式和材料的效果区别亦有待更多研究证实。

#### 4 其他干预措施

除上述 3 类干预措施外,巩膜胶原交联术同样具有控制近视进展的作用。与后巩膜加固术相似,巩膜胶原交联通过加固巩膜胶原、增强巩膜的黏弹性来延缓眼轴增长。就控制效果而言,其有望成为高度近视的非手术干预措施,但鉴于巩膜交联术具有不可逆性,应用于儿童和青少年可能具有的风险应引起更多研究者重视。

巩膜胶原交联术尚处于研究阶段,在动物实验中,已有多

项研究通过京尼平等药物,或通过紫外线 A 将核黄素照射作用于后巩膜,证明了巩膜胶原交联术延缓眼轴增长的作用<sup>[48-50]</sup>;但仅有少数临床试验显示了术后最佳矫正视力、眼底病变的改善及眼轴长度的缩短<sup>[50]</sup>。此外,与后巩膜加固术相似,巩膜胶原交联通过加强后巩膜强度抑制眼轴增长的方式同样可能造成其他眼底组织的损伤或黏连<sup>[51]</sup>,以及对儿童和青少年眼球发育存在潜在影响,如有研究认为,巩膜交联造成的巩膜硬度增加可能导致青光眼等疾病的损伤加重<sup>[52]</sup>。

综上所述,目前多种高度近视的干预措施已取得了一定研究进展,但多数措施均存在高级别循证医学证据不足的问题,缺乏大样本、长时间的对照试验,并在远期安全性及应用方法方面存在一定争议,因此,降低近视的发生率、延缓轻度近视进展为高度近视对于高度近视的防控仍至关重要。在进一步研究证实干预措施的安全性及适用性之前,对于临床中近视进展迅速或具有眼底并发症发生风险的高度近视儿童和青少年,仍应谨慎选择干预措施。

致谢 衷心感谢许迅教授对本文的指导

利益冲突 所有作者均声明不存在任何利益冲突

#### 参考文献

- [1] Lim DH, Han J, Chung TY, et al. The high prevalence of myopia in Korean children with influence of parental refractive errors; the 2008–2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey [J/OL]. PLoS One, 2018, 13 ( 11 ) : e0207690 [ 2021 - 10 - 08 ]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30475837/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0207690.
- [2] Yotsukura E, Torii H, Inokuchi M, et al. Current prevalence of myopia and association of myopia with environmental factors among schoolchildren in Japan [J]. JAMA Ophthalmol, 2019, 137 ( 11 ) : 1233–1239. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2019.3103.
- [3] Wang J, Ying GS, Fu X, et al. Prevalence of myopia and vision impairment in school students in Eastern China [J/OL]. BMC Ophthalmol, 2020, 20 ( 1 ) : 2 [ 2021 - 10 - 08 ]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6941318/>. DOI: 10.1186/s12886-019-1281-0.
- [4] Koh V, Yang A, Saw SM, et al. Differences in prevalence of refractive errors in young Asian males in Singapore between 1996–1997 and 2009–2010 [J]. Ophthalmic Epidemiol, 2014, 21 ( 4 ) : 247–255. DOI: 10.3109/09286586.2014.928824.
- [5] Duan F, Yuan Z, Deng J, et al. Choroidal thickness and associated factors among adult myopia: a baseline report from a medical university student cohort [J]. Ophthalmic Epidemiol, 2019, 26 ( 4 ) : 244–250. DOI: 10.1080/09286586.2019.1597899.
- [6] Dong L, Kang YK, Li Y, et al. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: a systemic review and meta-analysis [J]. Retina, 2020, 40 ( 3 ) : 399–411. DOI: 10.1097/IAE.00000000000002590.
- [7] Ikuno Y. Overview of the complications of high myopia [J]. Retina, 2017, 37 ( 12 ) : 2347–2351. DOI: 10.1097/IAE.0000000000001489.
- [8] Leveziel N, Marillet S, Dufour Q, et al. Prevalence of macular complications related to myopia—results of a multicenter evaluation of myopic patients in eye clinics in France [J/OL]. Acta Ophthalmol, 2020, 98 ( 2 ) : e245–e251 [ 2021 - 10 - 09 ]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7078981/>. DOI: 10.1111/aos.14246.
- [9] Ayaki M, Torii H, Tsubota K, et al. Decreased sleep quality in high myopia children [J/OL]. Sci Rep, 2016, 6 : 33902 [ 2021 - 10 - 09 ]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5030671/>. DOI: 10.1038/srep33902.
- [10] Modjtahedi BS, Ferris FL 3rd, Hunter DG, et al. Public health burden

- and potential interventions for myopia [J]. *Ophthalmology*, 2018, 125(5): 628-630. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.01.033.
- [11] Huang J, Wen D, Wang Q, et al. Efficacy comparison of 16 interventions for myopia control in children: a network meta-analysis [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(4): 697-708. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.11.010.
- [12] Kang P. Optical and pharmacological strategies of myopia control [J]. *Clin Exp Optom*, 2018, 101(3): 321-332. DOI: 10.1111/cxo.12666.
- [13] Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children [J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 1(1): CD004916 [2021-10-11]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6984636/>. DOI: 10.1002/14651858.CD004916.pub4.
- [14] Polling JR, Tan E, Driessen S, et al. A 3-year follow-up study of atropine treatment for progressive myopia in Europeans [J]. *Eye (Lond)*, 2020, 34(11): 2020-2028. DOI: 10.1038/s41433-020-1122-7.
- [15] Yam JC, Jiang Y, Tang SM, et al. Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% atropine eye drops in myopia control [J]. *Ophthalmology*, 2019, 126(1): 113-124. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.05.029.
- [16] Yam JC, Li FF, Zhang X, et al. Two-year clinical trial of the low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: phase 2 report [J]. *Ophthalmology*, 2020, 127(7): 910-919. DOI: 10.1016/j.ophtha.2019.12.011.
- [17] Chia A, Lu QS, Tan D. Five-year clinical trial on atropine for the treatment of myopia 2: myopia control with atropine 0.01% eyedrops [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(2): 391-399. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.07.004.
- [18] 陈玳西, 何鲜桂, 许迅. 阿托品防控近视眼的安全性研究进展 [J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(4): 299-304. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200622-00413. Chen DX, He XG, Xu X. The safety of atropine for myopia prevention and control [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2021, 57(4): 299-304. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200622-00413.
- [19] Shaminah Suffee Bibi, Ashiff Shipkolye Mohammad, 吕帆. 阿托品控制儿童近视的 meta 分析 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2019, 37(7): 559-565. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.07.012. Bibi SS, Mohammad AS, Lyu F. A meta analysis on atropine controlling myopia progression in children [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2019, 37(7): 559-565. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.07.012.
- [20] Chia A, Chua WH, Cheung YB, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2) [J]. *Ophthalmology*, 2012, 119(2): 347-354. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.07.031.
- [21] Gong Q, Janowski M, Luo M, et al. Efficacy and adverse effects of atropine in childhood myopia: a meta-analysis [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2017, 135(6): 624-630. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2017.1091.
- [22] Prousalis E, Haidich AB, Fontalis A, et al. Efficacy and safety of interventions to control myopia progression in children: an overview of systematic reviews and meta-analyses [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2019, 19(1): 106 [2021-10-09]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6506938/>. DOI: 10.1186/s12886-019-1112-3.
- [23] Zhao Q, Hao Q. Comparison of the clinical efficacies of 0.01% atropine and orthokeratology in controlling the progression of myopia in children [J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2021, 28(5): 376-382. DOI: 10.1080/09286586.2021.1875010.
- [24] Polling JR, Kok RG, Tideman JW, et al. Effectiveness study of atropine for progressive myopia in Europeans [J]. *Eye (Lond)*, 2016, 30(7): 998-1004. DOI: 10.1038/eye.2016.78.
- [25] 林小俊, 陈琴, 段文华, 等. 间断使用 1% 阿托品滴眼液控制儿童近视进展的临床研究 [J]. *中国学校卫生*, 2021, 42(2): 177-180. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2021.02.005. Lin XJ, Chen Q, Duan WH, et al. Clinical study of intermittent use of 1% atropine on retardation of myopia progression in Chinese school children [J]. *Chin J School Health*, 2021, 42(2): 177-180. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2021.02.005.
- [26] Yang N, Bai J, Liu L. Low concentration atropine combined with orthokeratology in the treatment of axial elongation in children with myopia: a meta-analysis [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2022, 32(1): 221-228. DOI: 10.1177/1120672121998903.
- [27] Gao C, Wan S, Zhang Y, et al. The efficacy of atropine combined with orthokeratology in slowing axial elongation of myopia children: a meta-analysis [J]. *Eye Contact Lens*, 2021, 47(2): 98-103. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000746.
- [28] Chen Z, Zhou J, Xue F, et al. Two-year add-on effect of using low concentration atropine in poor responders of orthokeratology in myopic children [J]. *Br J Ophthalmol*, 2021, bjophthalmol-2020-317980 [2021-10-09]. <https://bj.o.bmj.com/content/early/2021/03/10/bjophthalmol-2020-317980>. long. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2020-317980.
- [29] Zhu Q, Liu Y, Tighe S, et al. Retardation of myopia progression by multifocal soft contact lenses [J]. *Int J Med Sci*, 2019, 16(2): 198-202. DOI: 10.7150/ijms.30118.
- [30] Lyu T, Wang L, Zhou L, et al. Regimen study of high myopia-partial reduction orthokeratology [J]. *Eye Contact Lens*, 2020, 46(3): 141-146. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000629.
- [31] Charm J, Cho P. High myopia-partial reduction ortho-k: a 2-year randomized study [J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90(6): 530-539. DOI: 10.1097/OPX.0b013e318293657d.
- [32] 周建兰, 谢培英, 王丹, 等. 青少年高度近视眼患者长期配戴角膜塑形镜的效果观察 [J]. *中华眼科杂志*, 2015, (7): 515-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.07.009. Zhou JL, Xie PY, Wang D, et al. The long-term clinical effects of orthokeratology in high myopia children [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2015, (7): 515-519. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2015.07.009.
- [33] 吕天斌, 王丽娅, 覃建, 等. 角膜塑形镜配戴矫治高度近视的回顾性队列研究 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2018, 36(2): 144-149. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.02.014. Lyu TB, Wang LY, Qin J, et al. A retrospective cohort study on orthokeratology for high myopia progression [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2018, 36(2): 144-149. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.02.014.
- [34] Zhu MJ, Feng HY, He XG, et al. The control effect of orthokeratology on axial length elongation in Chinese children with myopia [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2014, 14: 141 [2021-10-11]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4280707/>. DOI: 10.1186/1471-2415-14-141.
- [35] Sankaridurg P, Bakaraju RC, Naduvilath T, et al. Myopia control with novel central and peripheral plus contact lenses and extended depth of focus contact lenses: 2 year results from a randomised clinical trial [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2019, 39(4): 294-307. DOI: 10.1111/opo.12621.
- [36] Pauné J, Morales H, Armengol J, et al. Myopia control with a novel peripheral gradient soft lens and orthokeratology: a 2-year clinical trial [J/OL]. *Biomed Res Int*, 2015, 2015: 507572 [2021-10-11]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4641166/>. DOI: 10.1155/2015/507572.
- [37] Adib-Moghaddam S, Soleyman-Jahi S, Adili-Aghdam F, et al. Single-step transepithelial photorefractive keratectomy in high myopia: qualitative and quantitative visual functions [J]. *Int J Ophthalmol*, 2017, 10(3): 445-452. DOI: 10.18240/ijo.2017.03.19.
- [38] Niu L, Miao H, Tian M, et al. One-year visual outcomes and optical quality of femtosecond laser small incision lenticule extraction and Visian Implantable Collamer Lens (ICL V4c) implantation for high myopia [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2020, 98(6): e662-e667 [2021-10-11]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.14344>. DOI: 10.1111/aos.14344.
- [39] Lang M, Cao KW, Liu T, et al. Five-year results of refractive outcomes and vision-related quality of life after SMILE for the correction of high myopia [J]. *Int J Ophthalmol*, 2021, 14(9): 1365-1370. DOI: 10.18240/ijo.2021.09.11.



- [40] Huang W, Duan A, Qi Y. Posterior scleral reinforcement to prevent progression of high myopia [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2019, 8(5): 366-370. DOI: 10.1097/APO.0000000000000257.
- [41] Goemaere J, Trigaux C, Denisson L, et al. Fifteen years of IOL exchange; indications, outcomes, and complications [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46(12): 1596-1603. DOI: 10.1097/j.jcrs.000000000000349.
- [42] Chen CA, Lin PY, Wu PC. Treatment effect of posterior scleral reinforcement on controlling myopia progression; a systematic review and meta-analysis [J/OL]. *PLoS One*, 2020, 15(5): e0233564 [2021-10-11]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7250442/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0233564.
- [43] Li XJ, Yang XP, Li QM, et al. Posterior scleral reinforcement for the treatment of pathological myopia [J]. *Int J Ophthalmol*, 2016, 9(4): 580-584. DOI: 10.18240/ijo.2016.04.18.
- [44] Miao Z, Li L, Meng X, et al. Modified posterior scleral reinforcement as a treatment for high myopia in children and its therapeutic effect [J/OL]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019: 5185780 [2021-10-18]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6362476/>. DOI: 10.1155/2019/5185780.
- [45] 刘修铎, 吕嘉华, 褚仁远. 后巩膜加固术治疗高度近视眼的远期临床疗效观察 [J]. *中华眼科杂志*, 2011, 47(6): 527-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2011.06.010.
- Liu XD, Lyu JH, Chu RY. Long-term studies on clinical therapeutic efficiency of posterior scleral reinforcement surgery [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2011, 47(6): 527-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2011.06.010.
- [46] 张熙芳, 乔利亚, 李晓霞, 等. 病理性近视眼患者后巩膜加固术后视网膜及脉络膜厚度与血流改变的初步研究 [J]. *中华眼科杂志*, 2017, 53(1): 39-45. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.01.009.
- Zhang XF, Qiao LY, Li XX, et al. A preliminary study on macular retinal and choroidal thickness and blood flow change after posterior scleral reinforcement by optical coherence tomography angiography [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2017, 53(1): 39-45. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.01.009.
- [47] Xue A, Bao F, Zheng L, et al. Posterior scleral reinforcement on progressive high myopic young patients [J]. *Optom Vis Sci*, 2014, 91(4): 412-418. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000201.
- [48] Dotan A, Kremer I, Gal-Or O, et al. Scleral cross-linking using riboflavin and ultraviolet-A radiation for prevention of axial myopia in a rabbit model [J/OL]. *J Vis Exp*, 2016, (110): e53201 [2021-10-18]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4841336/>. DOI: 10.3791/53201.
- [49] 赵亚芳, 许寅聪, 王超英, 等. 京尼平巩膜交联对兔形觉剥夺性近视形成的抑制作用 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2019, 37(12): 962-966. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.12.005.
- Zhao YF, Xu YC, Wang CY, et al. Inhibitory effect of scleral crosslinking using genipin on form-deprivation myopia in rabbits [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2019, 37(12): 962-966. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.12.005.
- [50] Zhu SQ, Pan AP, Zheng LY, et al. Posterior scleral reinforcement using genipin-cross-linked sclera for macular hole retinal detachment in highly myopic eyes [J]. *Br J Ophthalmol*, 2018, 102(12): 1701-1704. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2017-311340.
- [51] 蔡紫妍, 刘可, 段宜初. 巩膜交联在病理性近视和青光眼治疗中的应用进展 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2021, 39(12): 1109-1114. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2021.12.005.
- Cai ZY, Liu K, Duan XC. Progress of scleral cross-linking in the treatment of pathological myopia and glaucoma [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2021, 39(12): 1109-1114. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2021.12.005.
- [52] Quigley HA. The contribution of the sclera and lamina cribrosa to the pathogenesis of glaucoma; diagnostic and treatment implications [J]. *Prog Brain Res*, 2015, 220: 59-86. DOI: 10.1016/bs.pbr.2015.04.003.

(收稿日期: 2021-11-08 修回日期: 2022-05-05)

(本文编辑: 刘艳 施晓萌)

读者 · 作者 · 编者

## 本刊对中英文摘要的要求

论著或综述文稿正文请撰写中英文摘要。原创性论著文稿要求为结构式摘要,包括目的 (Objective)、方法 (Methods)、结果 (Results) 和结论 (Conclusions) 4 个要素,摘要应能够回答以下问题: (1) 为什么进行这项研究。(2) 主要用什么方法进行的研究。(3) 获得什么主要结果。(4) 通过研究得出什么结论等。其中目的部分为本课题对上述提出问题设立的目标。方法部分应提供研究对象、样本量、分组情况、各组的干预情况、与研究相适应的观察或检测指标,获得结局指标的手段和设备等。临床研究请说明是前瞻性研究、回顾性研究还是观察性研究。结果部分请客观描述研究的主要发现,包括主要的形态学检查表现、相关的关键性或主要的量化资料以及相应的统计学比较结果,须写明统计学量值及其概率值。结论部分请提出与本研究论据直接相关的、必然的推论,避免得出过度推测性、评价性和扩大化的结论。摘要请用第三人称客观表述,不列图表,不引用文献,不加评论和解释。英文摘要应与中文摘要内容相对应,但为了对外交流的需要,可以略详细。英文摘要应包括论文标题 (正体) 及全部作者姓名 (汉语拼音,姓在前,首字母大写,名在后,首字母大写,双字连写。如: Yin Xiaohui)、标准化的单位名称、城市名称 (汉语拼音)、邮政编码及国家名称 (全部为斜体)。并请在另起一行处提供通信作者姓名的汉语拼音和 Email 地址,如 *Corresponding author: Yin Xiaohui, Email: xiaohui@126.com*。专家述评或综述类文稿请撰写指示性中英文摘要,摘要内容应包含研究涉及的概念、研究的目的、综述资料的来源、复习的文献量、研究的新发现或应用领域、综合的结果和结论及其意义等必要的信息。

研究论文为前瞻性研究者应在中英文摘要结束处提供临床试验注册号,以“临床试验注册 (Trial registration)”为标题,提供注册机构名称和注册号。前瞻性临床研究的论著摘要应注明遵循 CONSORT 声明 (Consolidated Standards of Reporting Trials) (<http://www.consort-standart.org/home>)。

(本刊编辑部)