

儿童青少年近视干预措施研究进展

陈琬婷, 张亦驰, 杨靖仪, 何钊月, 程若洁, 钱 怡

南方医科大学卫生管理学院 (广州 510515)

【摘要】近视,尤其是高度近视,不仅对人们的健康水平与生活质量造成负面影响,更给社会带来沉重的经济负担。儿童青少年近视的原因主要有过度使用电子产品、遗传、环境、生活习惯等。研究发现,虽然药物治疗和新型眼镜在近视干预中取得一定成效,但可能引发不良反应。体医融合的干预方案不仅可以改善视力,还为医疗机构、行政部门和健康管理组织提供了可行的健康教育和促进方案,具有重要的理论和实践意义。本文通过梳理近 20 年来国内外相关文献,综述近视干预现状及前沿进展,揭示不同近视干预措施在我国的应用趋势,并为体医融合模式的规模应用提供理论支撑。

【关键词】儿童;青少年;近视;干预;体医融合

【中图分类号】R 77 **【文献标识码】**A

Research progress on myopia interventions for children and adolescents

CHEN Wanting, ZHANG Yichi, YANG Jingyi, HE Chaoyue, CHENG Ruojie, QIAN Yi

School of Health Management, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Corresponding author: QIAN Yi, Email: qianyi_smu@163.com

【Abstract】 Myopia, especially high myopia, not only has a negative impact on people's health and quality of life, but also imposes a heavy economic burden on society. The causes of myopia in children and adolescents are mainly excessive use of electronic devices, genetics, environment, lifestyle habits, etc. Studies have found that although pharmacologic treatments and new glasses have been effective in myopia intervention, they may trigger adverse effects. The intervention program of sport-medicine integration not only improves the vision, but also provides a feasible health education and promotion program for medical institution, administrations and health management organizations, which has important theoretical and practical significance. This article summarizes the current status of myopia intervention and cutting-edge advances by combing domestic and international literature over the past 20 years, reveals the application trends of different myopia interventions in China and provides theoretical support for the large-scale application of the sport-medicine integration model.

【Keywords】 Children; Adolescents; Myopia; Intervention; Sport-medicine integration

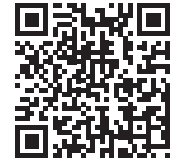
近视人口的快速增长已经成为不容忽视的公共卫生问题,其中,儿童青少年近视问题是全球范围内一项突出的公共卫生挑战^[1]。国家卫健委

数据显示,2022 年我国儿童青少年总体近视率为 51.9%,其中小学 36.7%、初中 71.4%、高中 81.2%^[2]。近视已成为我国排名第 6 位的致盲性疾

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202403171

基金项目: 国家级大学生创新训练项目 (202312121055)

通信作者: 钱怡, 博士, 研究员, 博士研究生导师, Email: qianyi_smu@163.com



病^[3]。2018 年，习近平总书记就我国学生近视问题作出重要指示，强调“全社会都要行动起来，共同呵护好孩子的眼睛，让他们拥有一个光明的未来”^[4]。2023 年，教育部印发《全国综合防控儿童青少年近视重点工作计划》，明确将儿童青少年近视防控工作、总体近视率和体质健康状况纳入政府绩效考核^[5]；在教育部等八部门发文《综合防控儿童青少年近视实施方案》^[6]的基础上，国家疾控局印发了《儿童青少年近视防控公共卫生综合干预技术指南》^[7]，提出采用三级预防策略落实公共卫生综合干预措施。

高度近视可能会引发视网膜病变、黄斑部病变、青光眼等并发症，严重影响儿童青少年的身心健康，在其全生命周期内造成不可逆转的伤害。国家疾控局监测数据显示，2018—2022 年我国儿童青少年近视率分别为 53.6%、50.2%、52.7%、52.6%、51.9%^[8-9]，总体呈波动下降趋势，取得了积极进展，但近视低龄化仍是防控的难点。目前，近视相关临床研究主要关注光学矫正、外科手术、药物干预、中医特色诊疗技术等防治措施^[10-11]，而我国现行政策逐渐将重心转向非药物治疗与非遗传致病因素的防控。《“健康中国 2030”规划纲要》明确将“加强体医融合和非医疗健康干预”作为“健康中国”建设的重要内容^[11]；《关于实施健康中国行动的意见》进一步指出，要“推动形成体医结合的疾病管理和健康服务模式”^[12]。国家对户外活动的推崇与鼓励为体医融合干预措施的应用提供了充分的政策支持。本文对相关近视干预方案展开综述，分析现有干预措施的优势和弊端，论述各防治措施在我国的应用前景，为改善儿童青少年视力健康提供一定参考。

1 近视干预措施

1.1 角膜接触镜

在全球儿童青少年近视率居高不下的情况下，针对有效防控近视的需求、解决框架眼镜佩戴不便的问题，光学设计不断推陈出新，近视控制（myopia control, MC）镜片随之诞生^[13]。其中，硬性角膜接触镜，即角膜塑形（orthokeratology, OK）镜的临床应用效果较为显著。OK 镜作用于近视患者的角膜形态，通过改变角膜曲度来改变角膜屈光力^[14]。研究表明，夜戴 OK 镜可降低等效球镜度数及柱镜度数，有效延缓近视进展^[15]。

Reim 等的研究数据显示，253 名儿童在三年回访期间，近视进展速度由原先的年增长 0.5 D 减缓至 0.13 D^[16]。Wan 等和 Zhu 等的研究均表明，年龄是角膜塑形镜塑性效果的重要决定因素^[17-18]。角膜随年龄增长变得越来越“硬”，配镜年龄越小的患者，近视干预的意义越大。

多焦点软性角膜接触镜采用周边离焦设计，其核心作用在于抑制近视的加深，其对近视进展的有效性以及患儿的接受度是其在临床得以推广的关键^[19-20]。Ruiz-Pomeda 等对比评估了配戴多焦点软镜和单焦点软镜对眼轴增长的延缓效果，发现多焦点软性角膜接触镜可显著延缓眼轴增长^[21]。Chamberlain 等的长期临床试验，以及国内刘曦等的短期临床有效性与满意度分析均表明，多焦点软性角膜接触镜具有良好的近视控制效果及临床满意度^[22-23]。软性角膜接触镜在控制近视方面的效果与 OK 镜相当，且适用人群更为广泛。鉴于其主要目标用户为儿童青少年，因此有必要对镜片的光学设计做出进一步的改进和优化^[24]。

1.2 框架眼镜

框架眼镜因验配简单、限制性低而被广泛使用。随着近视患病率增高且逐渐低龄化，出现了为缓解周边视网膜远视离焦增加的镜片^[25]。尽管镜片种类多样，但并非都能够有效延缓近视发展。为点对点解决周边远视离焦问题而设计的周边离焦镜片效果并不理想^[26]。在一项检验两种近视离焦设计框架镜片效果的临床研究中，研究者将多区正向离焦镜片佩戴者和特殊周边离焦设计镜片佩戴者作为观察组，单焦点镜片佩戴者作为对照组，结果显示，多区正向离焦镜片佩戴者与其他两组间的眼轴变化存在显著差异，多区正向离焦镜片能够有效形成周边近视离焦，延缓眼轴增长，从而减缓近视加深速度^[14]。香港理工大学基于此原理设计的多区正向光学离焦（defocus incorporated multiple segments, DIMS）镜片已经应用于市场^[27]。在针对该镜片进行的近视儿童双盲随机对照试验中，其控制近视增长的效果得以证明^[28]。

除周边离焦设计镜片外，研究结果表明高非球微透镜设计镜片（highly aspherical lenslet target, HALT）、双光镜的临床使用效果均明显优于单焦光镜片^[29]。HALT 控制近视效果与配戴时长相关，常戴镜（ $\geq 12 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ ）的近视控制效果更好；双光镜会产生棱镜效应，对不能耐受单

焦框架眼镜屈光参差的患者或存在显性、隐形外斜的患者有配戴限制。多焦渐进镜是临床治疗近视常用的光学矫正方案，其设计原理主要是从远光区到近光区逐渐改变镜片前表面曲率半径。田雪在研究多焦点镜与单焦点镜的近视度数控制有效率时发现，渐进多焦点镜的有效率更高，且在青少年近视患者中具有显著的矫正效果，其能有效改善并控制患者的近视度数^[30]。国内其他研究也证明，多焦渐进镜矫正能有效延缓近视患者的近视发展，并在一定程度上缓解患者眼睛调节压力，从而控制近视度数增加^[31-32]。

框架眼镜对人群限制较小，副作用较小且可以及时解决。但现今市面上流通的近视防控镜片仍然比较单一，且由于临床研究样本较少，其防控意义还需进一步验证^[33]。

1.3 药理措施

由于近视的病理生理学机制尚未完全阐明，近视治疗药物的研制进程也较为缓慢。在研近视药物主要依据不同的近视病因找到药物靶点，从而对症治疗。例如，基于巩膜重塑病因理论，硫酸阿托品、哌仑西平、山莨菪碱作用于靶点毒蕈碱受体（M 受体）以发挥降低眼轴增长程度与可能性的作用；在炎症反应导致近视发展的理论下，贝伐单抗和雷珠单抗用于抵抗血管内皮细胞生长因子（vascular endothelial growth factor, VEGF）^[34]；光保护机制提出近视与多巴胺水平相关，左旋多巴^[35]、西考替林^[36]均通过多巴胺受体发挥作用。其他药物，如分泌卷曲相关蛋白抑制剂、血管生成抑制剂、褪黑素等的应用也在研究中。

目前控制近视的方法中，阿托品制剂作为首选药物，经大量临床试验证实可以长期有效控制近视进展^[37]。然而，其给药量与给药频率尚无统一标准。相关研究显示，阿托品滴眼液给药频率和浓度与近视防控效果、不良反应发生率有正相关关系^[38]。0.01% 阿托品在有效性与安全性间达到平衡，因而被认为是综合效果最佳的浓度^[39-41]。有关不同浓度阿托品近视防治效果的研究指出，0.1% 阿托品应用于学龄前儿童近视治疗，会在一定程度上增加药物不良反应^[42]。另一项针对 120 例 6~12 岁近视患者的随机对照试验中，试验组眼轴增长速度明显减缓，在研究期内也未见明显不良反应^[43]。中国香港也有对 4~12 岁儿童进行低浓度阿托品控制近视进展（low-concentration

atropine for myopia progression, LAMP）的相似研究^[44]，研究差异在于其是否设置了洗脱程序设计。试验将近视度数 ≥ -1.00 D 的儿童随机分为 3 个试验组和 1 个对照组，使用不同浓度的阿托品和安慰剂滴眼液，试验测量被试者的球镜等效和眼轴增长度，结果显示浓度最高的阿托品组近视进展速度最慢，0.5% 阿托品是减缓近视发展的最佳浓度^[45]，但该试验未考虑各浓度阿托品的反弹效应。综上，低浓度 0.01% 阿托品应用效果平缓，反弹效应较小。但如何就近视程度不同的人群采取适当剂量的阿托品剂并预防不良反应，达到预期用药效果，还需进一步研究。

除阿托品制剂外，哌仑西平（pirenzepine, PRZ）和 7- 甲基黄嘌呤也被证实可以减缓近视发展^[37]。PRZ 是相对选择性毒蕈碱受体拮抗剂。Siatkowski 等的研究发现，与安慰剂相比，2% PRZ 眼用凝胶在减缓近视进展方面有效，主要的不良反应为无症状的乳头状结膜炎，具有良好的耐受性^[45]。目前 PRZ 已得到部分研究人员的认可，但尚需进一步研究来阐明其临床潜力。7- 甲基黄嘌呤是可可碱和咖啡的代谢产物，属于非选择性腺苷受体拮抗剂。刘青霞与 Singh 等的动物实验显示，7- 甲基黄嘌呤能有效治疗近视，且任何一组动物均无死亡和毒性体征^[46-47]。7- 甲基黄嘌呤对近视的进展有抑制作用，但需要长期用药，其个体用药剂量及长期使用的安全性也是后续研究的重点。

1.4 户外活动

Jones 等^[38]于 2007 年进行的研究为户外活动有助于改善儿童视力提供了证据，随后 Rose 等的研究也得出了相同结论，户外活动时间长短与儿童近视发生发展相关^[40-41]。金楠等对 701 104 名中小学生开展用眼行为及近视影响因素研究，发现户外活动时间对于近视发生风险的影响具有显著性^[48]。王炳南等就新加坡儿童青少年近视防控进行研究，认为学业压力与儿童青少年近视有显著的正相关关系，近距离工作时间越长、户外活动时间越短，近视发生率越高^[49]；聂桥等总结了眼病研究的现有进展，发现户外活动对于生理性近视儿童极其重要，并概述了近视预防和降低近视发病率的理论基础和科学依据^[50]。

部分研究认为，户外活动对近视的延缓作用重点在于户外，而非运动。Dirani 等和赵晶等的

研究表明,室内运动与近视结果无关,户外运动时长导致的近视差异不具有显著性^[51-52]。现有研究指出,阳光中的紫外线辐射促进维生素 D 合成以及近距离用眼活动较少等因素对预防近视具有显著影响^[53]。其他论据还包括户外光线刺激视网膜分泌多巴胺,从而延缓近视进展^[54]。Williams 等的研究表明,户外活动时间与户外活动中阳光的照射决定了紫外线 B (ultraviolet B, UVB) 的照射量,而较高的 UVB 照射量可以在青春期和成年早期有效降低近视的发生风险^[55]。

1.5 联合治疗

根据目前的儿童近视趋势,常见治疗方式是通过调整眼睛的屈光状态来减缓近视程度。OK 镜和阿托品滴眼液等方法被证实在此方面效果较好^[56]。有研究表明,0.01% 阿托品滴眼液和 OK 镜联合使用比单独使用 OK 镜更能有效地控制近视进展^[57]。在儿童近视治疗中,联合应用这两种方法不仅能控制眼球长度增长,亦能提高治疗过程的安全性和可靠性。徐丽文针对儿童使用 OK 镜和阿托品滴眼液联合治疗的研究发现,联合治疗组的裸眼视力优于对照组,且在随访期间,两组均未发现严重视力下降或感染性问题^[58]。高凡等的研究发现,经过 OK 镜和 0.01% 低浓度阿托品滴眼液联合治疗后的儿童青少年屈光度得到了有效控制^[59]。朱梅红等对中低度近视青少年的研究结果也显示,联合治疗可以有效控制近视发展^[60]。国内其他学者的研究也显示,联合治疗对控制眼轴增长速度和等效球镜有积极作用,且对泪膜稳定性无显著影响,并发症发生率较低,不良反应较少^[61-62]。此外,在使用 OK 镜和阿托品滴眼液联合治疗儿童近视时,应特别关注儿童眼干燥症问题。

2 近视防控措施在我国的应用前景

长期以来,针对近视预防和控制的新措施持续涌现,为近视儿童家庭带来积极影响的同时,其固有的局限性也日益显现。OK 镜的使用对卫生、佩戴和配适要求较高,镜片污染易导致角膜损伤,且容易引发多种并发症^[63];多焦点隐形眼镜存在视力不稳定、重影、光晕等问题^[64];框架眼镜有严格的戴镜位置要求,由于儿童佩戴时镜架容易滑动,防控效果无法保证,且视野范围受限,不利于运动^[65]。户外活动对于近视防控的效

果与剂量-反应关系尚不明确,导致难以精确界定最佳户外活动的持续时间。同时,严峻的学业压力限制了学生参与户外活动的机会,而家长在认知上的误区亦阻碍了学校与家庭联合进行的户外干预措施,使其难以实现预期的防控效果。

在儿童青少年近视率不断增长的趋势下,单一干预无法做到早纠正早预防,做好关口前移,为儿童青少年同时开出运动处方是完善儿童青少年近视干预措施的重要路径。与上述方法相比,体医融合模式应用限制和副作用较小,但国内外相关研究仍较少。就我国而言,应用于近视防控的中医和体育锻炼两项措施均有明显疗效^[66-68],但在很长的一段时间内,此两种干预措施仅独立发挥作用,鲜有研究将两种措施结合起来探讨干预效果。郑博今等采用体育锻炼与中医调理相融合的措施并对干预效果进行研究,结果显示,试验组视力显著高于对照组,且在干预进行 3 个月后就已出现明显效果;通过对该试验数据比分析发现,综合干预方案在青少年近视眼的临床干预,尤其在降低眼内压方面疗效显著,尽管该试验存在样本量较小等局限性,但其结果仍在一定程度上支持了体医融合模式对提升青少年裸眼视力的效果,并可有效减缓其裸眼视力的下降^[69]。

3 小结

随着近视患病率的日益上升,儿童青少年近视已然成为全球突出的公共卫生难题。关于儿童青少年近视的现有研究主题多集中于并发症、干预措施和影响因素。尽管国内外关注重点有所不同,有关近视干预方法的研究始终是本领域的核心主题。对我国而言,非遗传性因素在加深近视方面作用的凸显为未来近视防控发展走向作出提示,即除了光学设计镜片与药理措施研究,国家通过宏观部署规范儿童青少年的眼保健行为、增加户外活动时间也至关重要。

体医融合模式指导下的干预措施被证实具有良好效用。与国外相比,中国更注重中医与体育结合,为近视防治提供了独特路径。然而,我国在体医融合领域的理论研究尚处于初级阶段,现存问题包括样本量不足、干预流程不完善等。未来的研究应立足我国社会现状,结合国外成功经验,进一步扩大样本量和研究范围,为干预儿童青少年近视提出更科学有效的方法,针对可实施

性强及干预效果好的环节, 多部门协调配合, 家校协同形成社会合力, 促进儿童青少年视力改善。

参考文献

- 1 第二届全国综合防控儿童青少年近视宣讲团. 近视防控三十问答 [EB/OL]. (2023-06-15) [2023-12-01]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt/s5987/202306/t20230616_1064573.html.
- 2 国家疾控局. 国家疾控局积极推进儿童青少年近视防控近视率呈下降趋势 [EB/OL]. (2024-03-13) [2024-06-22]. https://www.ndcpa.gov.cn/jbkzzx/c100008/common/content/content_1764617954927783936.html.
- 3 孙佳, 杨鲲. 健康中国背景下儿童青少年近视综合防控模式研究 [J]. 甘肃医药, 2020, 39(6): 555-557. [Sun J, Yang K. Prevention and control of myopia in children and adolescent under the background of the healthy China[J]. Gansu Medical Journal, 2020, 39(6): 555-557.] DOI: 10.15975/j.cnki.gsyy.2020.06.027.
- 4 新华网. 习近平: 共同呵护好孩子的眼睛让他们拥有一个光明的未来 [EB/OL]. (2018-08-28) [2024-06-22]. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2018-08/28/c_1123341203.htm.
- 5 教育部办公厅. 2023 年全国综合防控儿童青少年近视重点工作计划 [EB/OL]. (2023-03-30) [2023-12-01]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/202304/t20230407_1054724.html.
- 6 教育部, 国家卫生健康委员会, 国家体育总局, 等. 综合防控儿童青少年近视实施方案 [EB/OL]. (2018-08-30) [2023-12-01]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/201808/t20180830_346672.html.
- 7 国家疾控局综合司. 儿童青少年近视防控公共卫生综合干预技术指南 [EB/OL]. (2023-08-30) [2024-05-17]. https://www.ndcpa.gov.cn/jbkzzx/c100014/common/content/content_1698993133712699392.html.
- 8 中国青年报. 青少年近视高发, 如何踩住 " 刹车 " [EB/OL]. (2023-04-14) [2024-06-22]. http://news.cyol.com/gb/articles/2023-04/14/content_lbp3MyCWog.html.
- 9 新华社. 我国儿童青少年近视率呈下降趋势 [EB/OL]. (2023-03-13) [2024-06-22]. https://www.gov.cn/zhengce/jjedu/tujie/202403/content_6939330.htm.
- 10 张芮, 王雁, 高云仙. 中西医防控儿童青少年近视的研究进展 [J]. 中国中医眼科杂志, 2022, 32(8): 660-663. [Zhang R, Wang Y, Gao YX. Research progress on prevention and control of myopia in children and adolescents with traditional Chinese medicine and western medicine[J]. Chinese Journal of Chinese Ophthalmology, 2022, 32(8): 660-663.] DOI: 10.13444/j.cnki.zgzykzz.2022.08.018.
- 11 侯思梦, 张景尚, 万修华. 高度近视手术矫正及治疗方法研究进展 [J]. 眼科新进展, 2018, 38(10): 921-924. [Hou SM, Zhang JS, Wan XH. Review of progress about treatment for high myopia[J]. Recent Advances in Ophthalmology, 2018, 38(10): 921-924.] DOI: 10.13389/j.cnki.rao.2018.0218.
- 12 国务院. 国务院关于实施健康中国行动的意见 [EB/OL]. (2019-06-24) [2024-05-17]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5416157.htm.
- 13 Tahhan N, Naduvilath T, Tilia D. Comparing children's, teenagers' and young adults' subjective responses to myopia control contact lenses[J]. Ophthalmic Physiol Opt, 2023, 43(3): 418-425. DOI: 10.1111/opo.13102.
- 14 胡郡琦, 王晓君, 张立华, 等. 角膜塑形镜矫正效果影响因素的数值模拟 [J]. 太原理工大学学报, 2024, 55(2): 376-383. [Hu JQ, Wang XJ, Zhang LH, et al. Numerical simulation of factors influencing the effectiveness of orthokeratology lens correction[J]. Journal of Taiyuan University of Technology, 2024, 55(2): 376-383.] DOI: 10.16355/j.tyut.1007-9432.20230303.
- 15 田琴, 刘兴德, 万俊梅. 夜戴型角膜塑形镜与框架眼镜治疗青少年近视疗效比较 [J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(4): 660-664. [Tian Q, Liu XD, Wan JM. Comparison of the effect between night-wearing orthokeratology lens and frame glasses on the treatment of juvenile myopia[J]. International Eye Science, 2023, 23(4): 660-664.] DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.4.25.
- 16 Reim T, Lund M, Wu R. Orthokeratology and adolescent myopia control[J]. Contact Lens Spectr, 2003, 18: 40-42. <https://cir.nii.ac.jp/erid/1571698600738908288>.
- 17 Wan K, Cheung SW, Wolffsohn JS, et al. Role of corneal biomechanical properties in predicting of speed of myopic progression in children wearing orthokeratology lenses or single-vision spectacles[J]. BMJ Open Ophthalmol, 2018, 3(1): e000204. DOI: 10.1136/bmjophth-2018-000204.
- 18 Zhu MJ, Feng HY, He XG, et al. The control effect of orthokeratology on axial length elongation in Chinese children with myopia[J]. BMC Ophthalmol, 2014, 14: 141.

- DOI: [10.1186/1471-2415-14-141](https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-141).
- 19 Ribeiro Reis AP, Palmowski-Wolfe A, Beuschel R. Slowing down myopia progression with contact lenses—everyday cases from the clinic[J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2021, 238(4): 437–442. DOI: [10.1055/a-1440-0642](https://doi.org/10.1055/a-1440-0642).
 - 20 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]. *BMC Ophthalmol*, 2019, 19(1): 106. DOI: [10.1186/s12886-019-1112-3](https://doi.org/10.1186/s12886-019-1112-3).
 - 21 Ruiz-Pomeda A, Pérez-Sánchez B, Valls I, et al. MiSight assessment study spain (MASS). a 2-year randomized clinical trial[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2018, 256(5): 1011–1021. DOI: [10.1007/s00417-018-3906-z](https://doi.org/10.1007/s00417-018-3906-z).
 - 22 Chamberlain P, Bradley A, Arumugam B, et al. Long-term effect of dual-focus contact lenses on myopia progression in children: a 6-year multicenter clinical trial[J]. *Optom Vis Sci*, 2022, 99(3): 204–212. DOI: [10.1097/OPX.0000000000001873](https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001873).
 - 23 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 [J]. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2023, 23(3): 217–220. [Liu X, Chu HH, Li ZS, et al. Short-term clinical effectiveness and satisfaction analysis of concentric bifocal soft contact lenses[J]. *Chinese Journal of Ophthalmology and Otorhinolaryngology*, 2023, 23(3): 217–220.] DOI: [10.14166/j.issn.1671-2420.2023.03.007](https://doi.org/10.14166/j.issn.1671-2420.2023.03.007).
 - 24 代诚, 李宾中. 多焦点软性角膜接触镜应用研究进展 [J]. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2022, 36(5): 100–105, 118. [Dai C, Li BZ. Advances in multifocal soft corneal contact lens research[J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2022, 36(5): 100–105, 118.] DOI: [10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.212](https://doi.org/10.6040/j.issn.1673-3770.0.2021.212).
 - 25 郝晶晶, 唐琰, 范春雷, 等. 两种近视离焦设计框架镜片对儿童近视控制效果的临床研究 [J]. *中国临床医生杂志*, 2021, 49(9): 1115–1117. [Hao JJ, Tang Y, Fan CL, et al. A clinical study of the effectiveness of two myopic defocus design frame lenses in controlling myopia in children[J]. *Chinese Journal for Clinicians*, 2021, 49(9): 1115–1117.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-8552.2021.09.033](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-8552.2021.09.033).
 - 26 Kanda H, Oshika T, Hiraoka T, et al. Effect of spectacle lenses designed to reduce relative peripheral hyperopia on myopia progression in Japanese children: a 2-year multicenter randomized controlled trial[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2018, 62(5): 537–543. DOI: [10.1007/s10384-018-0616-3](https://doi.org/10.1007/s10384-018-0616-3).
 - 27 中国新闻网. 香港理工大学研发 DIMS 镜片能有效控制儿童近视 [EB/OL]. (2018–04–19) [2024–06–22]. <https://www.chinanews.com.cn/ga/2018/04-19/8494728.shtml>.
 - 28 魏瑞华, 张红梅, 刘盛鑫, 等. 加强我国儿童青少年近视的科学预防与控制 [J]. *眼科新进展*, 2023, 43(1): 1–6. [Wei RH, Zhang HM, Liu SX, et al. Necessity for scientific prevention and control of myopia in Chinese children and adolescents[J]. *Recent Advances in Ophthalmology*, 2023, 43(1): 1–6.] DOI: [10.13389/j.cnki.rao.2023.0001](https://doi.org/10.13389/j.cnki.rao.2023.0001).
 - 29 Kang P. Optical and pharmacological strategies of myopia control[J]. *Clin Exp Optom*, 2018, 101(3): 321–332. DOI: [10.1111/cxo.12666](https://doi.org/10.1111/cxo.12666).
 - 30 田雪. 青少年近视患者配戴渐进多焦点镜的临床效果观察 [J]. *临床合理用药杂志*, 2020, 13(2): 154–155. [Tian X. Clinical effect observation of wearing progressive multifocal lens in adolescent myopia patients[J]. *Chinese Journal of Clinical Rational Drug Use*, 2020, 13(2): 154–155. DOI: [10.15887/j.cnki.13-1389/r.2020.02.087](https://doi.org/10.15887/j.cnki.13-1389/r.2020.02.087).
 - 31 袁春秀, 陈宏灵, 周红, 等. 对比渐进多焦镜和单光眼镜对青少年近视进展的延缓作用 [J]. *云南医药*, 2018, 39(5): 468–469. [Yuan CX, Chen HL, Zhou H, et al. Comparison of progressive multifocal and monocular lenses for delaying myopia progression in adolescents[J]. *Medicine and Pharmacy of Yunnan*, 2018, 39(5): 468–469.] https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=wYgW8A8u9vrCuYmgmASmvAHFFbLbhV9uZs6mgVK4WNayIboHMahqnlWhkgbtg8dlObHBfByxdVbCT8k_bGOJEhVt2dj0yi2tDpd4_qx7PJU6Fr4xjpFT_SZdzYYH3Z_92Lm84vVqWzcelhG0sR1xuw=&uniplatform=NZKPT&language=CHS.
 - 32 许俊艳. 渐进多焦镜与单焦镜矫治青少年近视的效果对比 [J]. *现代诊断与治疗*, 2017, 28(15): 2890–2891. [Xu JY. Progressive multifocal lenses versus monofocal lenses for the correction of myopia in adolescents[J]. *Modern Diagnosis and Treatment*, 2017, 28(15): 2890–2891.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-8174.2017.15.091](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-8174.2017.15.091).
 - 33 海玥, 文佰伟, 廖萱. 儿童青少年近视防控的光学干预 [J]. *玻璃搪瓷与眼镜*, 2021, 49(3): 33–36, 41. [Hai Y, Wen BW, Liao X. Optical intervention for prevention and

- control of myopia in children and adolescents[J]. *Glass Enamel & Ophthalmic Optics*, 2021, 49(3): 33–36, 41.] DOI: [10.13588/j.cnki.g.e.2096-7608.2021.03.007](https://doi.org/10.13588/j.cnki.g.e.2096-7608.2021.03.007).
- 34 李静, 张静. 近视治疗药物研究进展及专利情报分析[J]. *中国新药杂志*, 2024, 33(7): 625–637. [Li J, Zhang J. Research progress and patent intelligence analysis of the drugs for the treatment of myopia[J]. *Chinese Journal of New Drugs*, 2019, 33(7): 625–637.] DOI: [10.3969/j.issn.1003-3734.2024.07.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1003-3734.2024.07.001).
- 35 Thomson K, Morgan I, Karouta C, et al. Levodopa inhibits the development of lens-induced myopia in chicks[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 13242. DOI: [10.1038/s41598-020-70271-z](https://doi.org/10.1038/s41598-020-70271-z).
- 36 Mao J, Liu S, Fu C. Citicoline retards myopia progression following form deprivation in guinea pigs[J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2016, 241(11): 1258–1263. DOI: [10.1177/1535370216638773](https://doi.org/10.1177/1535370216638773).
- 37 王甜甜, 张荣荣, 吴昌凡. 药物干预近视眼发生发展的研究现状[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2021, 26(7): 808–813. [Wang TT, Zhang RR, Wu CF. Current research of drug interventions in the occurrence and development of myopia[J]. *Chinese Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 2021, 26(7): 808–813.] DOI: [10.12092/j.issn.1009-2501.2021.07.013](https://doi.org/10.12092/j.issn.1009-2501.2021.07.013).
- 38 Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, et al. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, 48(8): 3524–3532. DOI: [10.1167/iovs.06-1118](https://doi.org/10.1167/iovs.06-1118).
- 39 Moon JS, Shin SY. The diluted atropine for inhibition of myopia progression in Korean children[J]. *Int J Ophthalmol*, 2018, 11(10): 1657–1662. DOI: [10.18240/ijo.2018.10.13](https://doi.org/10.18240/ijo.2018.10.13).
- 40 Rose KA, Morgan IG, Smith W, et al. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney[J]. *Arch Ophthalmol*, 2008, 126(4): 527–530. DOI: [10.1001/archophth.126.4.527](https://doi.org/10.1001/archophth.126.4.527).
- 41 Jonas JB, Ang M, Cho P, et al. IMI prevention of myopia and its progression[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(5): 6. DOI: [10.1167/iovs.62.5.6](https://doi.org/10.1167/iovs.62.5.6).
- 42 He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(11): 1142–1148. DOI: [10.1001/jama.2015.10803](https://doi.org/10.1001/jama.2015.10803).
- 43 杨华, 张秀芳. 不同浓度阿托品在学龄前儿童近视中的防治效果对比及对视力水平的影响研究[J]. *山西医药杂志*, 2021, 50(15): 2292–2295. [Yang H, Zhang XF. Comparison of the efficacy of different concentrations of atropine in the prevention and treatment of myopia in preschool children and the effect on visual acuity level study[J]. *Shanxi Medical Journal*, 2021, 50(15): 2292–2295.] DOI: [10.3969/j.issn.0253-9926.2021.15.010](https://doi.org/10.3969/j.issn.0253-9926.2021.15.010).
- 44 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](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.05.029).
- 45 Siatkowski RM, Cotter SA, Crockett RS, et al. Two-year multicenter, randomized, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia[J]. *J AAPOS*, 2008, 12(4): 332–339. DOI: [10.1016/j.jaapos.2007.10.014](https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.10.014).
- 46 刘青霞. 腺苷 A_{2A} 受体拮抗剂伊曲茶碱对小鼠屈光发育和近视形成中的作用研究[D]. 温州: 温州医科大学, 2016. [Liu QX. The effects of adenosine A_{2A} receptor antagonist istradefylline on the development of normal vision and form-deprivation myopia in C57BL/6 mice[D]. Wenzhou: Wenzhou Medical University, 2016.] <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/ChJUaGVzaXNOZXdTmJAYNDAxMDkSCFkzMTg5NTMzGgg0Ymp0a2Joag%3D%3D>.
- 47 Singh H, Singh H, Sahajpal NS, et al. Sub-chronic and chronic toxicity evaluation of 7-methylxanthine: a new molecule for the treatment of myopia[J]. *Drug Chem Toxicol*, 2020, 45(3): 1383–1394. DOI: [10.1080/01480545.2020.1833904](https://doi.org/10.1080/01480545.2020.1833904).
- 48 金楠, 杜蓓, 宋德胜, 等. 天津市中小學生日常用眼行为调查及近视相关影响因素研究[J]. *眼科新进展*, 2024, 44(4): 302–305, 310. [Jin N, Du B, Song DS, et al. A survey of common eye behaviors and influencing factors of myopia in pri-mary and secondary school students in Tianjin[J]. *Recent Advances in Ophthalmology*, 2024, 44(4): 302–305, 310.] DOI: [10.13389/j.cnki.rao.2024.0059](https://doi.org/10.13389/j.cnki.rao.2024.0059).
- 49 王炳南, 王丽娟, 陈如专, 等. 新加坡儿童青少年近视防控措施及对中国启示[J]. *中国公共卫生*, 2020, 36(6): 863–866. [Wang BN, Wang LJ, Chen RZ, et al. Myopia

- prevention and control among children and adolescents in Singapore and their enlightenment to China[J]. Chinese Journal of Public Health, 2020, 36(6): 863–866.] DOI: [10.11847/zgggws1125977](https://doi.org/10.11847/zgggws1125977).
- 50 聂桥, 冯柯红, 季建刚, 等. 户外活动与近视相关性研究进展[J]. 中国公共卫生, 2020, 36(6): 867–869. [Nie Q, Feng KH, Ji JG, et al. Progress in researches on association of outdoor activity and myopia[J]. Chinese Journal of Public Health, 2020, 36(6): 867–869.] DOI: [10.11847/zgggws1120061](https://doi.org/10.11847/zgggws1120061).
- 51 Dirani M, Tong L, Gazzard G, et al. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children[J]. Br J Ophthalmol, 2009, 93(8): 997–1000. DOI: [10.1136/bjo.2008.150979](https://doi.org/10.1136/bjo.2008.150979).
- 52 赵晶, 赵建国, 李长富, 等. 近视发生敏感期小学生户外活动时间及与近视关系[J]. 中国公共卫生, 2021, 37(5): 784–787. [Zhao J, Zhao JG, Li CF, et al. Association of outdoor activity time with myopia among schoolchildren at vulnerable age of myopia onset[J]. Chinese Journal of Public Health, 2021, 37(5): 784–787.] DOI: [10.11847/zgggws1127160](https://doi.org/10.11847/zgggws1127160).
- 53 French AN, Morgan IG, Mitchell P, et al. Risk factors for incident myopia in Australian schoolchildren: the Sydney adolescent vascular and eye study[J]. Ophthalmology, 2013, 120(10): 2100–2108. DOI: [10.1016/j.ophtha.2013.02.035](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.02.035).
- 54 刘艳, 王澜茜, 张黎. 用眼行为对儿童青少年近视发生发展影响的研究进展[J]. 中国斜视与小兒眼科杂志, 2023, 31(4): 43–44. [Liu Y, Wang LQ, Zhang L. Research progress on the influence of eye use behavior on development of myopia in children and adolescents[J]. Chinese Journal of Strabismus & Pediatric Ophthalmology, 2023, 31(4): 43–44.] DOI: [10.3969/J.ISSN.1005-328X.2023.04.015](https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1005-328X.2023.04.015).
- 55 Williams KM, Bentham GC, Young IS, et al. Association between myopia, ultraviolet B radiation exposure, serum vitamin D concentrations, and genetic polymorphisms in vitamin D metabolic pathways in a multicountry European study[J]. JAMA Ophthalmol, 2017, 135(1): 47–53. DOI: [10.1001/jamaophthalmol.2016.4752](https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2016.4752).
- 56 王钰靓, 瞿小妹. 近视干预中阿托品滴眼液的临床应用与机制研究进展[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2021, 21(3): 216–220. [Wang YL, Zhai XM. Treatment of myopia with low dose atropine eye drops[J]. Chinese Journal of Ophthalmology and otorhinolaryngology, 2021, 21(3): 216–220.] DOI: [10.14166/j.issn.1671-2420.2021.03.019](https://doi.org/10.14166/j.issn.1671-2420.2021.03.019).
- 57 石梦海. 角膜塑形术联合 0.01% 阿托品滴眼液对青少年近视的控制效果[D]. 郑州: 郑州大学, 2018. [Shi MH. The synergistic effects of orthokeratology combined with 0.01% atropine in slowing the progression of juvenile myopia[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2018.] <https://d.wanfangdata.com.cn/thesis/ChJUaGVzaXNOZXdTmJyNDAxMDkSCFkzNTY5MjUzGghwZWd2aTllbg%3D%3D>.
- 58 徐丽文. 阿托品滴眼液联合 OK 镜改善近视儿童眼表指标的效果研究[J]. 中国医药指南, 2023, 21(26): 28–31. [Xu LW. Study on the effect of atropine eye drops combined with OK Lens in improving ocular surface indexes of myopic children[J]. Guide of China Medicine, 2023, 21(26): 28–31.] DOI: [10.15912/j.cnki.gocm.2023.26.034](https://doi.org/10.15912/j.cnki.gocm.2023.26.034).
- 59 高凡, 白雪. 角膜塑形镜联合 0.01% 阿托品滴眼液对青少年近视控制的疗效及安全性观察[J]. 贵州医药, 2023, 47(12): 1951–1952. [Gao F, Bai X. The efficacy and safety of keratoplasty lenses combined with 0.01% atropine eye drops for myopia control in adolescents[J]. Guizhou Medical Journal, 2023, 47(12): 1951–1952.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-744X.2023.12.062](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-744X.2023.12.062).
- 60 朱梅红, 林泰南. 0.01% 低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜对青少年中低度近视控制的效果[J]. 中外医学研究, 2022, 20(29): 124–127. [Zhu MH, Lin TN. Effect of 0.01% low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology lens on control of moderate and low myopia in adolescents[J]. Chinese and Foreign Medical Research, 2022, 20(29): 124–127.] DOI: [10.14033/j.cnki.cfmr.2022.29.032](https://doi.org/10.14033/j.cnki.cfmr.2022.29.032).
- 61 张延凯, 刘艳丽, 杨兰娜. 低浓度阿托品联合角膜塑形镜对青少年中低度近视控制治疗效果分析[J]. 中国处方药, 2021, 19(11): 121–124. [Zhang YK, Liu YL, Yang LN. Effect of 0.01% atropine combined with orthokeratology on the control of middle and low myopia in adolescents[J]. Journal of China Prescription Drug, 2021, 19(11): 121–124.] DOI: [10.3969/j.issn.1671-945X.2021.11.056](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-945X.2021.11.056).
- 62 高守铭, 马姝婷, 李丽霞, 等. 角膜塑形镜和低浓度阿托品在儿童近视控制中的作用[J]. 中国现代医生, 2021, 59(12): 87–90. [Gao SM, Ma ST, Li LX, et al. The role of orthokeratology and low-concentration atropine in

- the control of myopia in children[J]. *China Modern Doctor*, 2021, 59(12): 87–90.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjMxMjI2EhZ6d2tqemxtbC15eXdzMjAyMTEyMDIyGghrNzg3cmo0cQ%3D%3D>.
- 63 Yang L, Zhang L, Jian Hu R, et al. The influence of overnight orthokeratology on ocular surface and dry eye-related cytokines IL-17A, IL-6, and PGE2 in children[J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2021, 44(1): 81–88. DOI: [10.1016/j.clae.2020.04.001](https://doi.org/10.1016/j.clae.2020.04.001).
- 64 Sha J, Tilia D, Diec J, et al. Visual performance of myopia control soft contact lenses in non-presbyopic myopes[J]. *Clin Optom (Auckl)*, 2018, 10: 75–86. DOI: [10.2147/opto.s167297](https://doi.org/10.2147/opto.s167297).
- 65 朱林平, 杨金平, 杨稀月, 等. 壮医经筋疗法治疗视屏终端视疲劳疗效观察 [J]. *中国针灸*, 2017, 37(2): 181–184. [Zhu LP, Yang JP, Yang XY, et al. Efficacy on visual display terminal syndrome treated with jingjin therapy of Zhuang medicine[J]. *Chinese Acupuncture & Moxibustion*, 2017, 37(2): 181–184.] DOI: [10.13703/j.0255-2930.2017.02.020](https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2017.02.020).
- 66 高伟. 穴位按摩结合增视汤治疗青少年假性近视疗效观察 [J]. *中医临床研究*, 2021, 13(2): 119–121. [Gao W. Efficacy of massage plus the Zengshi decoction on adolescent pseudomyopia[J]. *Clinical Journal of Chinese Medicine*, 2021, 13(2): 119–121.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-7860.2021.02.042](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-7860.2021.02.042).
- 67 郭德敬. 不同运动项群影响大学生近视率的调查研究 [J]. *赤峰学院学报 (自然科学版)*, 2013, 29(12): 135–137. [Guo DJ. An investigative study of the effects of different sports groups on myopia rates in college students[J]. *Journal of Chifeng University*, 2013, 29(12): 135–137.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-260X.2013.12.057](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-260X.2013.12.057).
- 68 劳雅琴, 张雨茗, 马庆华. 增加户外活动时间对学龄儿童近视发生发展的影响 [J]. *中国妇幼保健*, 2019, 34(10): 2364–2366. [Lao YQ, Zhang YM, Ma QH. The effect of increasing outdoor activity time on the development of myopia in school-age children[J]. *Maternal & Child Health Care of China*, 2019, 34(10): 2364–2366.] DOI: [10.7620/zgfybj.j.issn.1001-4411.2019.10.60](https://doi.org/10.7620/zgfybj.j.issn.1001-4411.2019.10.60).
- 69 郑博今, 李迎红, 廖小华, 等. 体育锻炼融合中医调理对儿童青少年近视的干预效果研究 [J]. *首都体育学院学报*, 2022, 34(5): 538–544. [Zheng BJ, Li YH, Liao XH, et al. Study on the effect of physical exercise combined with traditional Chinese medicine conditioning on myopia in children and adolescents[J]. *Journal of Capital University of Physical Education and Sports*, 2022, 34(5): 538–544.] DOI: [10.14036/j.cnki.cn11-4513.2022.05.009](https://doi.org/10.14036/j.cnki.cn11-4513.2022.05.009).

收稿日期: 2024 年 03 月 28 日 修回日期: 2024 年 07 月 09 日
 本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 陈琬婷, 张亦驰, 杨靖仪, 等. 儿童青少年近视干预措施研究进展[J]. *数理医药学杂志*, 2024, 37(9): 686–694. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202403171](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202403171).
 Chen WT, Zhang YC, Yang JY, et al. Research progress on myopia interventions for children and adolescents[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(9): 686–694. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202403171](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202403171).