

人工智能辅助儿童青少年近视防控的专家推荐

潘臣炜¹, 李丹琳¹, 梁刚², 何鲜桂³, 刘虎⁴, 胡柯⁵, 郭蓝⁶, 伍晓艳⁷, 陶芳标⁷,
中国学生营养与健康促进会视力健康分会

1.苏州大学苏州医学院公共卫生学院,江苏 215123;2.云南大学附属医院眼屈光中心;3.上海市眼病防治中心临床研究中心;
4.江苏省人民医院眼科;5.重庆医科大学附属第一医院眼科;6.中山大学公共卫生学院;7.安徽医科大学公共卫生学院

【摘要】 儿童青少年近视防控已成为国家健康战略,防控策略正从经验驱动向精准化、智能化转型,了解人工智能(AI)在儿童青少年近视防控中的作用,可为近视综合防控体系建设提供依据。AI 凭借强大的数据分析和模式识别能力,在儿童青少年近视风险预测、筛查诊断、干预支持及行为监测等方面展现出巨大潜力。本研究系统梳理了 AI 在儿童青少年近视防控中的应用证据与科学共识,从公共卫生实践视角出发,围绕学校、家庭、社区与医疗机构、政策与研发等多场景提出分层级的专家推荐,同时探讨了当前面临的挑战与未来发展方向,以期构建智能化、精准化、全覆盖的儿童青少年近视综合防控体系提供参考。

【关键词】 人工智能;近视;健康促进;儿童;青少年

【中图分类号】 R 179 R 778.1⁺ TP 18 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2026)08-1065-04

Expert recommendations on artificial intelligence-assisted myopia prevention and control in children and adolescents

PAN Chenwei*, LI Danlin, LIANG Gang, HE Xiangui, LIU Hu, HU Ke, GUO Lan, WU Xiaoyan, TAO Fangbiao,
Vision Health Branch of Chinese Association for Student Nutrition & Health Promotion

* School of Public Health, Suzhou Medical College of Soochow University, Suzhou 215123, Jiangsu Province, China

【Abstract】 The prevention and control of myopia in children and adolescents has become a national health strategy in China, and its prevention and management are transitioning from experience-driven approaches to precise and intelligent strategies. Understanding the role of artificial intelligence (AI) in myopia prevention and control can provide a foundation for a comprehensive myopia prevention and control system. AI, with its powerful capabilities in data analysis and pattern recognition, shows significant potential in myopia risk prediction, screening and diagnosis, intervention support and behavior monitoring in children and adolescents. The article systematically summarizes the scientific evidence and consensus on the application of AI for myopia prevention and control in children and adolescents. From the perspective of public health practice, it proposes hierarchical expert recommendations for multiple scenarios including schools, families, communities and medical institutions, as well as policy and research with development. Furthermore, it discusses current challenges and future directions, aiming to provide a reference for building an intelligent, precise and fully covered comprehensive myopia prevention and control system in children and adolescents.

【Keywords】 Artificial intelligence; Myopia; Health promotion; Child; Adolescent

我国儿童青少年近视问题已成为关系国家未来人口素质与健康水平的重大挑战,患病率高、进展快、低龄化趋势明显,且高度近视带来的眼底病变风险不容忽视^[1]。尽管以增加户外活动、改善用眼行为为核心的防控策略已广泛实施,但在精准识别高风险个体、实现大规模高效筛查以及提供个性化干预指导等方面的制约因素仍需要加以解决^[2]。以人工智能(artificial intelligence, AI)为代表的新兴数字技术,凭借其强大的数据分析与模式识别能力,为近视防控从“普适性管理”迈向“精准化防控”提供了新的机遇。

本文旨在系统梳理 AI 在近视防控领域的科学证据,并基于公共卫生实践视角提出 AI 辅助儿童青少年近视防控的专家推荐,以期为我国儿童青少年近视综合防控体系建设提供参考。

1 近视防控从经验防控走向精准和智能防控

我国儿童青少年近视防控已上升至国家战略层面,取得显著成效。然而,面对日益庞大且复杂的防控人群,以经验驱动和人工为主的传统防控模式仍面临多重现实挑战。一方面,近视筛查较为依赖专业设

备与人员,在基层学校、偏远地区往往较难实现高覆盖、高频率的开展,可能导致部分学生错过早期干预的黄金窗口^[3]。另一方面,近视的发生与发展受遗传、环境、行为等多因素交互影响,传统方法在实现对个体风险的精准评估与动态预测方面存在局限,防控措施往往呈现普适性特点,针对性不足^[4-5]。此外,以增加户外活动、减少近距离用眼行为为核心的干预措施,在实际推行中也常面临依从性监测困难、效果评估滞后的难题。

在此背景下,以 AI 为代表的新兴数字技术,为应对当前防控瓶颈提供了新思路。特别是 AI 的分支——机器学习与深度学习,能够通过分析海量、多维度数据(如眼部影像、屈光参数、用眼行为、遗传信息等),发现难以直接识别的复杂模式与关联^[6],为促进近视防控的“三早”措施提供了依据。例如,基于眼底图像的 AI 算法可在数秒内完成屈光状态评估,其准确性与专业验光结果高度一致^[7-8],为大规模校园筛查提供了高效工具;集成多维度数据的 AI 预测模型,能够对儿童未来数年发生近视或发展为高度近视的风险进行量化评估^[9-10],从而实现高危个体的早期识别与分级管理;结合可穿戴设备与移动应用的 AI 行为监测系统,能够客观、连续地记录用眼距离、时长与光照环境,并通过智能提醒帮助培养良好用眼习惯^[11-12]。

因此,儿童青少年近视防控的范式正逐渐从依赖普遍性经验的粗放管理向依托数据与算法的精准防控演进。推进 AI 技术在近视防控领域的科学、规范应用,并非取代眼科医生和专业验光师的核心作用,而是作为一种“增效器”,赋能现有防控体系,助力提升防控效率、可及性、精准性与可持续性^[13]。这标志着儿童青少年近视防控工作迈入一个“人机协同、智慧决策”的新阶段,为在全社会层面构建更高效、更公平、更个性化的近视防控网络提供技术层面的基础。

2 AI 在近视防控中的应用证据与科学共识

基于目前研究进展,AI 在儿童青少年近视防控多个关键环节的应用价值已得到初步验证,并形成一定的科学共识^[14]。其核心优势在于能够处理远超人类能力范畴的多维度、大规模数据,有助于实现从“群体普防”到“个体精防”的跃升。

2.1 风险预测与早期预警 传统近视防控主要针对已发生近视的个体,而 AI 预测模型有望识别出未来数年有高危近视风险的儿童,实现关口前移。研究显示,通过整合年龄、基线屈光度、眼轴长度、角膜曲率、父母近视史及用眼行为等多源数据,机器学习与深度

学习模型可有效预测近视的发生与进展速度^[15]。例如,有研究利用随机森林模型预测学龄儿童未来 10 年的近视发展,取得了良好的判别效能^[9,15]。Foo 等^[9]研究采用深度学习系统通过分析单张眼底照片,并结合少量临床信息,即可预测儿童 5 年后发展为高度近视的风险,其模型性能优异、混合模型曲线下面积高达 0.98。这些模型为在学校和社区中开展风险分层、以及对高危儿童进行优先管理和强化干预提供了科学依据。

2.2 筛查与诊断辅助 在基层和学校场景中,专业验光师和设备的短缺是常见局限,AI 辅助筛查工具可对其进行部分弥补,实现快速、初步的屈光异常识别。多项研究证实,基于彩色眼底照片的深度学习算法,能够以较高精度评估个体的屈光状态或直接检测近视、高度近视及病理性近视^[8,10,16]。此外,基于眼球外观图像或光学相干断层扫描图像的 AI 系统也展现出筛查潜力^[17-18]。便携式 AI 验光设备,如基于智能手机波前像差仪的出现,使在非临床环境下进行客观屈光检查成为可能^[19]。这些技术为开展大规模、低成本的学生视力初筛和随访监测提供了新工具,有助于扩大筛查覆盖范围,及早发现异常。

2.3 治疗与个性化干预支持 在近视控制与治疗方面,AI 已成为提升治疗针对性与安全性的有效辅助手段。在角膜塑形镜验配领域,机器学习模型可用于预测治疗效果、辅助镜片参数计算,以减少试戴片次数、提升验配效率并降低感染风险^[20-21]。基于深度学习的自动化系统还能从角膜地形图中精确分析角膜塑形镜的治疗区,实现治疗效果的客观、高效评估^[22]。对于药物控制,如低浓度阿托品,AI 模型可辅助建立个性化的眼压监测基线,为治疗安全性提供参考^[23]。此外,虚拟现实等数字疗法与 AI 结合,通过模拟特定视觉场景,如户外环境、近视性离焦,为探索新型行为干预手段提供了可能^[24-25]。

2.4 行为监测与实时干预 目前行为干预的难点在于难以持续、客观地监测和提醒。AI 赋能的智能可穿戴设备和移动应用为此提供了解决方案。例如,智能眼镜夹戴设备可实时监测用眼距离、持续时间和环境光照强度,并在检测到不良用眼行为时通过震动提醒用户^[12,26]。基于 AI 算法的手机应用也能对屏幕使用时间进行管理和干预^[27]。这些技术将抽象的“健康用眼”建议转化为可量化、可反馈的日常指导,有助于儿童青少年及其家庭建立自我管理的意识与能力。

基于目前研究,AI 技术在近视的预测、筛查、治疗辅助、行为监测四大环节中均展现出较好的应用潜力和价值,其核心贡献在于提升防控体系的效率、精准

性与可及性,为实现覆盖全链条的智慧化、个性化近视防控奠定了技术基础。然而,最终定位应是辅助公共卫生决策和临床实践的工具,而非替代专业人员的判断与人文关怀。

3 AI 辅助儿童青少年近视防控的专家推荐

基于现有证据与应用潜力,为推动 AI 技术在我

国儿童青少年近视防控工作中科学、规范、有序地应用,使其真正成为公共卫生防控体系的有效补充,特遵循“政府引导、学校主责、家庭参与、技术支撑、确保安全”的原则,根据“筛查、预警、干预、管理”全链条智能体系,制定以下多场景、分层级的专家推荐意见。见表 1。

表 1 AI 辅助儿童青少年近视防控专家推荐

Table 1 Expert recommendations for AI-assisted prevention and control myopia among children and adolescents				
推荐维度	防控环节	推荐内容	推荐等级	说明与具体范例
学校	筛查	试点部署 AI 辅助筛查系统	特别推荐	在年度学生健康体检视力监测工作中,可引入经认证、操作简便、便携式、自动化的 AI 辅助筛查设备,有条件的学校引入基于眼底照相的屈光筛查仪;在校园健康角、社区卫生服务站等场所设置简易自助筛查点,学生可在指导下通过合规自助设备完成初步视力与屈光检查。从而提升筛查效率与覆盖范围,实现异常初步识别,并为后续专业复查提供重点人群指向;基于此,探索构建线上线下结合、支持数据实时上传与远程专家复核的远程筛查平台模式。
	预警	建立并应用学生视力健康数字档案	推荐	整合学生历次屈光、眼轴、角膜曲率等生物测量数据,在保障隐私前提下,探索使用合规的 AI 风险评估模型,对学生进行近视发生与发展风险分层(如低、中、高风险),以及对高度近视风险进行早期识别,实现预警与差异化防控指导。
家庭	干预	合理利用 AI 辅助监测与提醒工具	推荐	家长可选用具备 AI 功能的合规产品辅助监督用眼行为,如智能学习灯(监测距离与时长)、可穿戴设备(如智能型眼镜夹)等,利用其客观数据和及时提醒功能,帮助孩子养成良好用眼习惯。也可通过经认证的移动端应用或居家智能设备,协助孩子完成定期的自助视力监测,相关数据可纳入家庭健康档案,并在需要时通过远程平台提交给专业人员评估。
	预警	科学理解并使用 AI 预测与自测工具	一般推荐	对于市场上或科研转化的 AI 预测 APP 或在线自测工具,家长可将其结果视为风险提示与健康参考,但不能替代专业的医学验光与诊断。
社区与医疗机构	筛查	推动建设与接入 AI 远程筛查诊断平台	推荐	鼓励基层社区卫生服务中心、学校卫生室等配置或接入区域性 AI 辅助眼科诊断平台,并配备便于居民使用的自助筛查设备,支持群众在指导下完成基础眼健康自查。通过上传眼底照片等资料,获得初步分析报告,助力实现“基层筛查、上级复核”的协同模式,完善自助初筛和基层协查到远程诊断的服务链条,提升基层眼健康服务能力。
	管理	开展针对校医与基层医生的 AI 技术应用培训	特别推荐	教育、卫生部门应组织培训,使校医、保健教师及基层医务人员了解主流 AI 筛查/预测工具的原理、结果解读、局限性及转诊指征,成为连接技术与学生的“明白人”。
政策与研发	管理	加快制定 AI 医疗器械与数据应用标准	特别推荐	相关部门推动制定用于近视防控的 AI 医疗器械评审规范、数据采集与隐私保护标准、算法性能验证要求及结果报告规范,确保技术应用的安全性、有效性与公平性。
	管理	鼓励“政策-产业-学术-研发-医疗”协同创新	推荐	支持开发更适合中国儿童青少年特点、成本可控、易操作维护的 AI 防控产品与解决方案。重点鼓励面向学校、家庭场景的轻量化、可及性技术研发。

4 挑战与机遇

在积极拥抱 AI 技术机遇的同时,必须清醒认识并审慎应对其伴随的挑战,以引导其健康发展。当前挑战主要包括以下 3 个方面:(1)数据层面。高质量、标准化且带有标注的大规模眼科数据集仍显匮乏,问卷数据可能存在回忆偏倚。(2)模型层面。多数算法存在“黑箱”问题,决策过程难以解释,可能影响医生与用户的信任,且模型在真实世界、不同人群中的泛化能力仍有待验证。(3)实施层面。AI 系统的部署维护成本、对数字基础设施的要求以及专业人才的短缺,可能加剧城乡与区域间的健康不平等;在监管与伦理层面,涉及数据隐私安全、算法责任归属以及缺乏行业标准与法律法规的难题亟待解决。

面向未来,儿童青少年近视防控的 AI 应用可考虑向以下方向协同努力。一是推动可解释 AI 在本领

域的研究,增加模型透明度;二是强化 AI 在高度近视风险早期评估与分层预警中的作用,将其作为个性化干预的重要依据;三是加强跨学科合作,融合眼视光医学、公共卫生、数据科学、教育学等多方智慧,积极开展高质量的循证干预研究;四是利用 5G、物联网、联邦学习等技术,探索发展安全、高效的远程智能防控与数据协作模式,以提升资源可及性;五是加快构建涵盖数据安全、算法评估、产品认证、责任认定的行业标准与监管框架。

AI 为儿童青少年近视防控从“经验驱动”迈向“数据智能驱动”提供了有力的技术引擎。其并非颠覆现有体系,而是通过赋能筛查、预警、干预与管理全流程,实现对高度近视风险的精准评估与早期预警,成为提升防控效能、促进公平可及、实现个性化管理的关键辅助力量。政府、学校、家庭、科技界与医学界携手,以科学的态度、审慎的原则和创新的精神,共同

推动 AI 技术在近视防控中的规范化、普惠化与常态化应用,为构建更智慧、更精准、更包容的儿童青少年眼健康公共卫生体系提供坚实基础。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

- [1] Tahhan N, He X, Saunders K, et al. Factors predicting myopia incidence in China and Europe[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2025, 45(7):1867-1881.
- [2] 潘臣炜. 积极探索可控性环境和行为因素在儿童青少年近视防控中的作用[J]. *中国学校卫生*, 2022, 43(9):1281-1283, 1292. Pan C W. Actively explore the role of controllable environmental and behavioral factors in the prevention and control of myopia among children and adolescents[J]. *Chin J Sch Health*, 2022, 43(9):1281-1283, 1292.(in Chinese)
- [3] 陈琦文, 方静. 儿童青少年屈光筛查方法的研究进展[J]. *中国学校卫生*, 2025, 46(6):899-902, 907. Chen Q W, Fang J. Research progress on refractive screening methods for children and adolescents[J]. *Chin J Sch Health*, 2025, 46(6):899-902, 907.(in Chinese)
- [4] Whayeb Y, Wolffsohn J S, Logan N S, et al. IMI-global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice: a nine-year review[J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2026, 49(1):102492.
- [5] Pan C W, Dong X X, Lanca C, et al. Global perspectives on myopia and pathologic myopia: from environmental drivers to precision medicine[J]. *Prog Retin Eye Res*, 2025, 109: 101415.
- [6] Qi Z, Li T, Chen J, et al. A deep learning system for myopia onset prediction and intervention effectiveness evaluation in children[J]. *NPJ Digit Med*, 2024, 7(1):206.
- [7] Varadarajan A V, Poplin R, Blumer K, et al. Deep learning for predicting refractive error from retinal fundus images[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018, 59(7):2861-2868.
- [8] Tan T E, Anees A, Chen C, et al. Retinal photograph-based deep learning algorithms for myopia and a blockchain platform to facilitate artificial intelligence medical research: a retrospective multicohort study[J]. *Lancet Digit Health*, 2021, 3(5): e317-e329.
- [9] Foo L L, Lim G Y S, Lanca C, et al. Deep learning system to predict the 5-year risk of high myopia using fundus imaging in children[J]. *NPJ Digit Med*, 2023, 6(1):10.
- [10] Zhao J, Yu Y, Li Y, et al. Development and validation of predictive models for myopia onset and progression using extensive 15-year refractive data in children and adolescents[J]. *J Transl Med*, 2024, 22(1): 289.
- [11] Li Y, Yip M Y T, Ting D S W, et al. Artificial intelligence and digital solutions for myopia[J]. *Taiwan J Ophthalmol*, 2023, 13(2): 142-150.
- [12] Cao Y, Lan W, Wen L, et al. An effectiveness study of a wearable device (Clouclip) intervention in unhealthy visual behaviors among school-age children: a pilot study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(2):e17992.
- [13] Ning Y, Ong J C L, Cheng H, et al. How can artificial intelligence transform the training of medical students and physicians? [J]. *Lancet Digit Health*, 2025, 7(10):100900.
- [14] Liu N, Li L, Yu J. Application of artificial intelligence in myopia prevention and control[J]. *Pediatr Invest*, 2025, 9(2):114-124.
- [15] Lin H, Long E, Ding X, et al. Prediction of myopia development among Chinese school-aged children using refraction data from electronic medical records: a retrospective, multicentre machine learning study[J]. *PLoS Med*, 2018, 15(11):e1002674.
- [16] Cao S, Zhang R, Jiang A, et al. Application effect of an artificial intelligence-based fundus screening system: evaluation in a clinical setting and population screening[J]. *Biomed Eng Online*, 2023, 22(1):38.
- [17] Yang Y, Li R, Lin D, et al. Automatic identification of myopia based on ocular appearance images using deep learning[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(11):705.
- [18] Yoo T K, Ryu I H, Kim J K, et al. Deep learning for predicting uncorrected refractive error using posterior segment optical coherence tomography images[J]. *Eye (Lond)*, 2022, 36(10):1959-1965.
- [19] Ciuffreda K J, Rosenfield M. Evaluation of the SVOne: a handheld, smartphone-based autorefractor[J]. *Optom Vis Sci*, 2015, 92(12): 1133-1139.
- [20] Fang J, Zheng Y, Mou H, et al. Machine learning for predicting the treatment effect of orthokeratology in children[J]. *Front Pediatr*, 2023, 10:1057863.
- [21] Fan Y, Yu Z, Tang T, et al. Machine learning algorithm improves accuracy of ortho-K lens fitting in vision shaping treatment[J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2022, 45(3):101474.
- [22] Zhang M, Guo Y, Zhou C, et al. Deep neural network with self-attention based automated determination system for treatment zone and peripheral steepened zone in orthokeratology for adolescent myopia[J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2024, 47(1):102081.
- [23] Wu T E, Chen J W, Liu T C, et al. Identifying and exploring the impact factors for intraocular pressure prediction in myopic children with atropine control utilizing multivariate adaptive regression splines[J]. *J Pers Med*, 2024, 14(1): 125.
- [24] Zhao F, Chen L, Ma H, et al. Virtual reality: a possible approach to myopia prevention and control? [J]. *Med Hypotheses*, 2018, 121: 1-3.
- [25] Kubota R, Joshi N R, Fitzgerald T J, et al. Biometric and refractive changes following the monocular application of peripheral myopic defocus using a novel augmented-reality optical system in adults[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1):11875.
- [26] Wen L, Cheng Q, Lan W, et al. An objective comparison of light intensity and near-visual tasks between rural and urban school children in China by a wearable device clouclip[J]. *Transl Vis Sci Technol*, 2019, 8(6): 15.
- [27] Wang J, Shen Y, Zhao J, et al. Algorithmic and sensor-based research on Chinese children's and adolescents' screen use behavior and light environment[J]. *Front Public Health*, 2024, 12: 1352759.

收稿日期:2026-01-05 修回日期:2026-01-12 本文编辑:孙曼莉