

近视前期防控策略研究进展

顾平¹ 王国栋²

1.电子科技大学医学院附属妇女儿童医院·成都市妇女儿童中心医院眼科, 四川 成都 610015

2.成都大学附属医院眼科, 四川 成都 610036

摘要: 近视目前已成为全球最普遍的视觉障碍之一, 在儿童和青少年中的发病率不断上升, 且呈现低龄化、高度数化的特点, 将近视防控关口前移是控制近视发生及进展的关键策略。本综述探讨了近视前期相关的流行病学和风险因素以及通过数据模型对近视前期儿童进行风险预测, 重点关注了目前近视前期的控制手段及效果。我们讨论了目前减缓儿童近视发展的方法, 包括药物治疗方案、光学干预和生活方式调整。除了已有的疗法外, 还介绍了新出现的创新疗法, 包括新型药理制剂和先进的光学设备。本文强调了近视早期干预的重要性, 并突出了未来研究的前景, 以期在近视前期阶段寻找有效的控制手段, 降低近视发生率及减缓近视进展。

关键词: 近视前期; 流行病学; 光学矫正; 阿托品; 红光治疗; 防控策略

0 引言

根据世界卫生组织的预测, 近视的发病率将从 2000 年的 22% 上升到 2050 年的 52%, 全球儿童近视人数将超过 7.4 亿^[1]。为了降低近视发病率, 必须前移预防关口。近视前期是指结合各种危险因素, 如基线屈光度数、年龄、遗传等、以 $+0.75\text{ D} \geq \text{眼屈光度数} > -0.50\text{ D}$ 为基础, 发展为近视可能性较大的阶段。目前对临床前期的识别、采取防控措施的证据还不够完善。本文通过对近视前期的流行病学情况、国内外针对近视前期采取的控制措施以及还面临的挑战进行综述, 以期对临床前期近视防控提出多维度防控策略, 提高近视防控效率。

1 近视前期概念发展

“ $-0.50\text{ D} < \text{等效球镜度 (spherical equivalent, SE)} \leq 0.75\text{ D}$, 结合可量化的基线屈光度、年龄等危险因素, 未来更有可能发展为近视, 值得采取预防性措施。”这是国际近视研究所 (IMI) 于 2019 年首次提出的近视前期的概念。^[2]《中国青少年近视防控适宜技术指南 (更新版)》^[3]2021 将远视储备定义为: 正视化前的远视多为生理性远视, 可以理解为“对抗”发展为近视“缓冲区”。远视储备量不足指裸眼视力正常, 远视度数低于相应年龄生理值范围, 散瞳验光后屈光状态虽未达到近视标准, 但近视的发生可能较早。同时将近视分类更新为近视前期 $-0.50 < \text{等效球镜度 (SE)} \leq +0.75\text{ D}$ 、低度近视和高度近视三种。可以看出, 近视前期 (premyopia) 和远视储备不足 (low hyperopia reserve) 的定义是一脉相承的。

2 近视前期的流行病学现状分析

戚等^[4]对上海 8 区 8 所小学 1-2 年级 6~8 岁儿童近视前期流行病学调查显示: 近视前期检出率分别为 20.7%、37.0%、42.6%, 对处于近视前期儿童, 近视在 1 年后发病率为 31.5%、2 年后近视累计发病率为 62.0%, 远高于远视儿童 (0.6% 和 9.0%), 近视前期儿童近视发生风险高出近 7 倍。在我国台湾地区一项研究中纳入了总共 23930 名 5 至 6 岁的幼儿园儿童, 近视 ($\text{SE} \leq -0.5\text{ D}$)、近视前期和远视 ($\text{SE} > +0.75\text{ D}$) 患病率分别为 10.7%、52.0% 和 37.3%^[5], 近视前期患病率最高。四川绵阳 1070 名幼儿园学龄前儿童近视临床前期患病率为 67.01%^[6], 与我国台湾地区结果相近。孙等^[7]对北京 3-6 岁 1473 名学龄前儿童统计发现, 近视前期患病率为 23.4%。以上数据表明在我国近视前期患病率处于较高水平, 且较快发展为近视。同时分析相关影响因素显示, 近视前期、父母近视、长时间使用电子屏幕、较少的户外活动时间及长眼轴均和近视的产生及进展正相关。

3 近视前期的模型构建

近视前期是防控近视的关键阶段, 但不是所有的近视前期患者都会形成近视。预测近视的发生是需要将遗传因素、环境因素及其交互作用共同考量的, 因此开发和构建近视预测模型, 确定临床前期阈值是必要的。2022 年中山大学通过三组队列研究共 2896 名 6-15 岁儿童, 发现睫状肌麻痹验光结果或眼部生物测量参数 (如眼轴长度、角膜曲率半径和前房深度) 能够有效预测 1 年内近视发生风险。其中睫状肌麻痹验光的基线水平是较好的预测指标, 较少的基线远视是预测近视发病的重要因素, 此外还包括

较小的年龄和父母近视。在父母双方都是近视眼的儿童中, 6-8 岁 SE 为 0.00 D, ≥ 9 岁 SE 为 -0.25 D, 发展为近视可能性为 70%^[8]。上海 1856 名小学生四年队列研究发现, 结合基线 SE、眼轴长度 (axial length, AL) 与角膜曲率半径比值 (axial length/corneal radius, AL/CR)、年龄、性别和父母近视度数, 可以作为预测近视的简单有效的指标, 基线远视屈光度越低, 近视风险越高, 预测 4 年近视发病率的最佳临界值为 SE ≤ 0.75 D, 此时灵敏度特异度均较高^[9]。目前, 在人工智能 (AI) 支持的决策支持系统中, 输入包括眼轴长度、年龄和性别, 同时结合视网膜眼底图像显著提高了近视预测精度, 无需睫状肌麻痹验光, 有利于儿童的大规模筛查, 在常规体检期间提供快速、简单、无创和可靠的近视评估及高度近视未来风险预测。

4 近视前期的控制手段

4.1 减少危险因素暴露

除了父母近视的影响外, 导致近视发展的环境因素还包括室内活动, 花更多时间使用电子屏幕和在 30 厘米以内的距离看书, 多种阅读方式和长时间在低照度下阅读也是近视进展的因素^[10]。增加户外时间可降低近视发病率以及近视进展, 特别是在非近视儿童中。户外时间对于近视的保护效果与户外暴露时间长短和光照强度相关, 每天户外时间为 120-150 分钟, 5000 勒克斯/分钟或累计户外光照强度为 600000-750000 勒克斯, 近视发生率明显降低 15%-24%^[11]。为了有效解决儿童近视问题, 必须理解户外活动、近距离视觉任务以及其他环境和生活方式因素之间的复杂相互作用。这种整体方法将有助于制定量身定制的保护策略, 包括改善室内环境 (照明、空间频率等) 以预防近视。

4.2 药物干预

低浓度阿托品滴眼液 (low-dose atropine) 减缓儿童近视进展的疗效已得到新证实。Jethani 等^[12]对 30 名近视前期儿童使用 0.01%阿托品滴眼液观察, 第 2 年时, 干预组眼轴增长 0.21 ± 0.2 mm, 对照组增加了 0.48 ± 0.2 mm, 0.01%滴眼液可预防近视前期儿童轴性近视的进展。LAMP2 研究评估了 0.05%和 0.01%阿托品滴眼液延缓儿童近视进展的疗效, 发现低浓度阿托品对延缓屈光度及眼轴进展呈浓度依赖性。在 LAMP2 研究的二次分析中, Zhang 等^[13]人观察到, 对于远视储备较低的眼睛, 0.05%阿托品比 0.01%阿托品和安慰剂更有效。因此, 建议 0.05%阿托品应针对远视储备 $< +0.75$ D 的儿童。除低浓度阿托品滴眼液外, 7-甲基黄嘌呤 (7-MX) 作为一种新型口服近视控制药物目

前处于 3 期临床研究中, 它是各种甲基黄嘌呤 (可可碱、茶碱和咖啡因等) 的代谢产物, 常见于人体组织和体液中。在兔的形觉剥夺模型中, 7-MX 被发现可以通过抵消巩膜纤维和后巩膜胶原蛋白的变薄来减少近视 (约 50%) 进展和眼球伸长^[14]。目前还需要进行随机对照试验来确定 7-MX 在控制近视进展上的确切疗效。其次, 在与其他疗法联合应用上, 7-MX 的效果是否与光学设备或阿托品滴眼液的效果相当还有待观察。

4.3 低能量红光

低能量红光 (repeated low-level redlight, RLRL) 作为一种创新方法在近视儿童中已被应用控制近视进展。近年来也有相关研究证实对近视前期的控制作用。Liu 等^[15]发现 RLRL 治疗 12 个月后, 近视前期组中, 近视前期红光治疗组 (PM-RL) 的 SE 和 AL 进展分别为 -0.181 ± 0.417 D 和 0.145 ± 0.175 mm, 近视前期对照组 (PM-C) 为 -0.521 ± 0.436 D 和 0.292 ± 0.128 mm。PM-RL 的近视发生率低于 PM-C (2.5% vs 19.4%), 表明 RLRL 有效地延缓了近视儿童的近视进展, 降低了近视前期儿童的近视发生率。研究说明红光治疗在控制眼轴、降低近视发病率方面是有效的, 但是红光照射的安全性和长期效果有待进一步研究。

4.4 光学防控措施

张等^[16]对 4-6 岁远视储备不足的儿童使用平光离焦微透镜镜片对学龄前儿童眼轴控制观察, 发现两戴镜组, 包括平光高非球面微透镜镜片 (HALT)、平光多区正向离焦镜片 (DIMS) 组等效球镜度数、眼轴控制疗效均优与未采用任何防控措施的观察组学龄前儿童。DIMS 眼镜镜片在视网膜上产生近视离焦, 中国香港的一项研究发现佩戴 DIMS 镜片的儿童在 2 年内没有近视进展比例为 21.5%, 佩戴单光镜片的儿童只有 7.4%没有近视进展, 因此日常佩戴 DIMS 镜片可显著延缓近视儿童近视加深和眼轴伸长^[17]。

5 临床实践建议

陈等^[18]根据马尔可夫 (Markov) 模型预测, 我国 6~18 岁学生在不同学段毕业时的近视累积风险不断上升, 到高中毕业时近视累积风险为 91.3% (83.7%~96.7%)。如果不采取有效的干预措施, 我国 6~18 岁学生近视患病率将在 2030 年达到

61.8% (55.4%~69.5%), 其中小学为 45.6% (40.2%~54.3%), 初中为 81.3% (72.6%~91.0%), 高中为 90.5% (82.4%~96.7%)。当干预效

果达到 70%或以上,各学段预测的近视眼患病率最大值可低于我国 2030 年近视眼防控目标。结合《中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识》^[19],可考虑将近视前期儿童分级管理,建立三级防控体系。一级预防:3 岁起建议睫状肌麻痹验光后建立屈光发育档案,保持良好的用眼习惯,可每半年随访。二级预防:每 3 个月监测眼轴、屈光度变化,增加户外暴露时长,减少近距离用眼时间。三级预防:对近视前期的儿童可采取积极的控制手段:如特殊光学设计眼镜或低浓度阿托品的使用,3 个月进行随访。

6 小结与展望

把握近视前期、关口前移预防是降低近视率的关键。基于循证,户外活动、离焦镜、阿托品、红光是个体化近视预防的方案,视觉环境改造、结合智能设备实施精准管理是群体干预的可行方案。利用眼轴等指标以及对家庭和环境风险因素的分析,为近视前期患者提供最有效、最个性化的管理方法。然而,对近视前期的认识和防控还处于初级阶段,如除了基于年龄、性别、远视储备参考值情况实行分级干预措施,是否还有其他更灵敏指标预测近视模型;AI 联合眼底图像应用工具可提高近视风险预测的准确性,仍需要大量数据的支持;特殊设计的光学镜片、角膜塑形镜、多焦软镜对近视前期儿童的控制效果还缺少证据支持;光污染、昼夜节律、饮食对近视的影响还需进一步探究。期待结合目前人工智能在各学科的广泛应用,信息整合,快速识别近视前期儿童,踩住“刹车”,从根本上降低近视的患病率。

参考文献:

- [1]LIANG J, PU Y, CHEN J, et al. Global prevalence, trend and projection of myopia in children and adolescents from 1990 to 2050: a comprehensive systematic review and meta-analysis [J]. *Br J Ophthalmol*, 2025, 109(3): 362-71.
- [2]GIFFORD K L, RICHDAL K, KANG P, et al. IMI - Clinical Management Guidelines Report [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*,2019,60(3):M184-M203.
- [3]国家卫生健康委.《儿童青少年近视防控适宜技术指南(更新版)》及解读[Z].2021-10-13.
- [4]戚紫怡,何鲜桂,潘臣炜,etal.上海地区 6~8 岁儿童近视前期流行病学调查[J].*中国学校卫生*,2022,43(9):1314-8.
- [5]WANG C Y, HSU N W, YANG Y C, et al. Premyopia at Preschool Age: Population-based Evidence of Prevalence and Risk Factors from a Serial Survey in Taiwan [J]. *Ophthalmology*,2022,129(8):880.
- [6]邓益斌,王晓银,王惠敏,etal.学龄前儿童近视临床前期相关因素分析[J].*中国学校卫生*,2023,44(6):893-6.
- [7]孙芸芸,朱蕊丹,李蕾,etal.北京市通州区 3~6 岁学龄前儿童近视前期患病率及特征分析 [J]. *眼科*,2024,33(4):280-4.
- [8]CHEN Y, TAN C, FOO L L, et al. Development and Validation of a Model to Predict Who Will Develop Myopia in the Following Year as a Criterion to Define Premyopia [J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2023, 12(1): 38-43.
- [9]MA Y, ZOU H, LIN S, et al. Cohort study with 4-year follow-up of myopia and refractive parameters in primary schoolchildren in Baoshan District, Shanghai [J].*Clin Exp Ophthalmol*,2018,46(8):861-72.
- [10]BISWAS S, EL KAREH A, QURESHI M, et al. The influence of the environment and lifestyle on myopia [J]. *J Physiol Anthropol*,2024,43(1):7.
- [11]HE X, SANKARIDURG P, WANG J, et al. Time Outdoors in Reducing Myopia: A School-Based Cluster Randomized Trial with Objective Monitoring of Outdoor Time and Light Intensity [J]. *Ophthalmology*, 2022, 129(11): 1245-54.
- [12]JETHANI J. Efficacy of low-concentration atropine (0.01%) eye drops for prevention of axial myopic progression in premyopes [J]. *Indian J Ophthalmol*,2022,70(1):238-40.
- [13]ZHANG X J, ZHANG Y, YIP B H K, et al. Hyperopic Reserve as an Indicator of Myopia Prevention by Atropine (Low-concentration Atropine for Myopia Prevention Study) [J]. *Ophthalmology*, 2024,131(11):1347-9.
- [14]CUI D, TRIER K, ZENG J, et al. Effects of 7-methylxanthine on the sclera in form deprivation myopia in guinea pigs [J]. *Acta Ophthalmol*,2011,89(4):328-34.
- [15]LIU G, RONG H, LIU Y, et al. Effectiveness of repeated low-level red light in myopia prevention and myopia control [J]. *Br J Ophthalmol*,2024,108(9):1299-305.
- [16]马高恩张 A.平光离焦微透镜镜片对学龄前儿童眼轴控制的疗效[J].*中国科技期刊数据库 医药*,2023,(2).
- [17]LAM C S Y, TANG W C, TSE D Y, et al. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial [J]. *Br J Ophthalmol*,2020,104(3):363-8.

[18]陈军,何鲜桂,王菁菁,etal.2021至2030年我国6~18岁学生近视眼患病率预测分析[J].中华眼科杂志,2021,57(4):261-7.

[19]王宁利中 A.中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识(2022年)[J].

中华眼科杂志,2022,58(2).

作者简介:顾平(1989-),女,汉族,眼科学专业硕士,电子科技大学医学院附属妇女儿童医院·成都市妇女儿童中心医院主治医师研究方向:青少年近视防控、斜视弱视、屈光不正。