

开栏语: 近日,国家卫生健康委等13部门联合制定了《儿童青少年“五健”促进行动计划(2026—2030年)》。该行动计划旨在贯彻落实《“健康中国2030”规划纲要》和《中国儿童发展纲要(2021—2030年)》要求,进一步推动落实健康中国行动,加强儿童青少年肥胖、近视、心理行为异常、脊柱弯曲异常和龋齿等防治,促进儿童青少年体重、视力、心理、骨骼、口腔健康。为此编辑部开设“青春健康加油站”专栏,邀请国内医院、高校、科研院所的专家进行采访,以期不断提升儿童青少年健康水平,推动人口高质量发展。

青春健康加油站

潘臣炜:近视防控应从单一干预转向系统防控

● 本报记者 张思玮

近年来,我国近视发生率居高不下,近视已成为影响我国国民尤其是儿童青少年眼健康的重大公共卫生问题之一。去年,国家卫生健康委办公厅印发了《近视防治指南(2024年版)》,以进一步提高近视防控和诊疗的规范化水平,推动和加强我国近视防治工作。

数据显示,我国儿童青少年总体近视率已达52.7%,其中高中生、初中生、小学生近视率分别达80.5%、71.1%、35.6%,6岁儿童的近视率已攀升至14.5%。这其中,约有10%至15%的高中生患有600度以上的高度近视。

“高度近视往往会使视网膜色素变性、白内障、眼底病变等病理变化的风险增加,一旦出现视网膜脱落,损害视力的同时甚至还有致盲风险。”苏州大学苏州医学院教授潘臣炜表示,我国近视呈现“高发、低龄、重度化”三大趋势,防控形势严峻。

鉴于此,潘臣炜团队多年来致力于儿童近视的成因与干预研究,逐步从“行为因素”深入至“视觉环境因素”,提出并验证了一系列创新性理论与技术,为近视防控提供了新思路、新方法。

从行为到环境, 近视防控的范式转变

长期以来,有关近视的研究多聚焦于遗传与行为因素。“我们在早期研究中系统分析了22个行为危险因素,确认了父母近视史、视屏时间、近距离工作等10个具有显著影响的变量。”潘臣炜表示。

然而,行为干预虽有一定效果,却难以从根本上遏制近视的蔓延。

“行为干预依赖个体的自觉性与持续性,而儿童青少年恰恰是自控力较弱的群体。”潘臣炜开始思考,是否可以通过改变儿童青少年所处的视觉环境,达到“被动受益”的防控效果。



潘臣炜

于是,研究团队将研究视角转向“视觉环境”,探索光环境、空间频率、环境屈光均匀性等物理因素对近视发生发展的影响。这一转变,不仅拓展了近视研究的边界,也为防控策略的升级提供了科学依据。

视觉环境中的“隐形推手”

研究团队通过系列研究发现,光线的波长、色温、照度等因素与近视发生密切相关。低色温光线可能对近视具有保护作用,而其效果又受到照射时间与波长组合的影响。

更令人惊喜的是,研究团队在国际上首次提出并验证了“虹膜颜色”作为近视预测指标的可能性。研究发现,虹膜颜色越深,屈光度越容易发生“近视漂移”,眼轴长度也越长。

这一发现于2018年至2019年间先后发表于 *Ophthalmic Physiological Optics* 与 *British Journal of Ophthalmology*,并被英国UK Biobank眼病研究组在 *Human Genetics* 杂志上专门评述,认为“从眼睛颜色预测近视风险是一个有前景的研究方向”。

如果说光线是视觉环境的“亮度维度”,那么“空间频率”则是其“纹理维度”,反映的是视觉场景中细节的密集程度与分布规律。

研究团队在国际上率先将“空间频

率”系统地引入儿童近视研究,并开发出基于图像分析的空间频率量化方法,获国家发明专利。

“我们日常生活中所处的环境,其实充满了各种不同的‘纹理’。”潘臣炜给记者打了一个生动的比喻,“比如,一本字迹密集的书、一面斑驳的砖墙、一片开阔的草坪,它们传递给眼睛的‘空间信息’是截然不同的。我们怀疑,长期处于‘细节匮乏’的视觉环境,可能是促使近视发展的一个关键风险因素。”

为此,研究团队对566名儿童开展了系统的眼科检查与环境评估。他们通过拍摄学生日常学习、生活的场景照片,量化其空间频率特征(以斜率 β 值表示),并发现该 β 值与儿童的等效球镜度数变化显著相关。该研究2024年发表于《英国眼科杂志》。

“这意味着,空间频率可以作为评估视觉环境健康程度的一个客观、可量化的指标。”潘臣炜解释道。

近年来,视觉环境的质量,特别是其空间频率特性正成为近视机制研究的新焦点。

潘臣炜团队开发出“基于空间频率实时监测与调节的近视防控系统”。据悉,该系统可集成于智能台灯等设备中,实时监测环境空间频率,当数值低于健康阈值时,系统可自动触发干预,如调整照明模式、投射高空间频率图案等,实现“监测—判断—干预”的全自动闭环管理。

目前,该系统已申请发明专利。这标志着近视干预从“依赖人力”走向“依托环境”,从“可变干预”升级为“标准产品”。

除了空间频率,研究团队还提出“环境屈光均匀性”这一新概念,并利用Kinect V2相机与Matlab图像分析技术,构建了环境屈光均匀性评估系统。

“我们希望通过技术手段,评估视觉环境中光线的分布是否均匀,是否存在眩光、暗区等不良光学条件。”潘臣炜表示,“这不仅是视力问题,更是视觉舒适度与健康问题。”

从“人防”到“技防”的跨越

“研究不仅停留在理论层面,更注重技术的转化与应用。”潘臣炜带领团队,利用虚拟现实(VR)技术搭建教室场景,模拟不同建筑参数下的光环境,验证其在近视研究中的替代性与适用性。

研究人员表示,这项技术为未来建筑设计及教室光环境优化提供了低成本、高效率的研究平台。

更值得一提的是,研究团队构建了“环境—基因—AI”三位一体的交互干预体系,整合视觉环境数据、遗传信息与人工智能技术,实现儿童近视风险的动态分层与个性化干预。

“未来,近视防控势必进入‘精准医学’时代。”潘臣炜表示,尽管团队在视觉环境与近视研究方面取得了系列突破,但未来仍面临多重挑战。

首先,技术标准化问题,如何将空间频率、屈光均匀性等指标转化为可推广的标准化产品,仍需进一步探索;其次,跨学科协作需求,建筑学、光学、计算机科学、医学等多学科的深度融合是推动视觉环境研究的关键;最后,公共卫生推广难度,从实验室到教室、家庭,如何实现技术的大规模、低成本落地,是未来防控工作的难点。

“我们的目标是让每一双眼睛都能看见更清晰的未来。”潘臣炜表示,下一步,研究团队将在“健康中国”战略指引下,继续深化视觉环境与近视机制的基础研究,推动技术产品的标准化与产业化,并探索在政策层面的落地路径,为中国乃至全球的近视防控提供“苏大方案”。