

# 学龄期近视影响因素的研究进展\*

张颜<sup>①</sup> 祁阳<sup>①</sup> 常潇匀<sup>①</sup>

**【摘要】** 学龄期近视已成为危害青少年近视的主要原因,随着学龄期学业生活方式的改变,学龄期近视患病率日趋加重。近视的影响因素复杂多样,包括遗传、学业情况、近距离阅读、电子产品使用、叶黄素、维生素D、藏红花素、户外活动时间、光照强度、空气质量、父母行为等。本文对学龄期近视影响因素进行综述,以期对学龄期近视防控提供新思路。

**【关键词】** 近视 学龄期 户外活动 营养素

**Research Progress on Influencing Factors of School-age Myopia/ZHANG Yan, QI Yang, CHANG Xiaoyun. //Medical Innovation of China, 2023, 20(18): 174-178**

**【Abstract】** School-age myopia has become the main cause of myopia, with the change of school-age school life style, the prevalence of school-age myopia is increasing. The influencing factors of myopia are complex and varied, they include genetics, education, close reading, electronics use, lutein, vitamin D, saffron, outdoor time, light intensity, air quality, and parental behavior, etc. In this paper, the influencing factors of school-age myopia are reviewed in order to provide new ideas for the prevention and control of school-age myopia.

**【Key words】** Myopia School-age Outdoor activity Nutrient

**First-author's address:** Nursing School of He University, Liaoning Province, Shenyang 110163, China

doi: 10.3969/j.issn.1674-4985.2023.18.040

近视的大规模流行已成为全球性的公共卫生问题,预计到2050年,全球将有47.58亿人患有近视<sup>[1]</sup>。学龄期近视是指发生在6~18岁期间的近视。目前学龄期近视不仅发病年龄提前,且发生率随年龄增加,已成为威胁儿童青少年视力健康的严重公共卫生问题。一项系统评价结果显示,亚洲儿童的近视患病率为70.9%<sup>[2]</sup>,欧洲为42.7%<sup>[3]</sup>,北美为42%<sup>[4]</sup>,而且随着年龄的增长,近视患病率显著增加<sup>[5]</sup>。近视可发展成如白内障、青光眼、近视性黄斑变性、视网膜脱落等疾病,严重危害视觉健康甚至导致失明。及早干预、正确引导是保护学龄期近视持续高发状态的重要手段,近视防治刻不容缓。本文将从遗传、教育、营养、户外活动等方面进行综述,旨在为学龄期近视防控提供最新参考。

## 1 近视与遗传

人群不同,近视患病率不同,民族或种族常被认为是近视的危险因素且与遗传有关。在流行病学层面,日本小学和初中生低于-0.75D的近视患病率分别为72.4%和87.7%<sup>[6]</sup>,以色列17~18岁青少

年近视总体患病率为37.8%<sup>[7]</sup>,印度5~16岁儿童的近视患病率为34.7%<sup>[8]</sup>,法国14~15岁儿童近视患病率为18.2%<sup>[9]</sup>,非洲儿童近视患病率较低,仅为4.7%<sup>[10]</sup>。这些基于人群的流行病学调查显示了遗传因素对近视发病和发展的重要影响。而在分子层面,目前已发现多个基因位点与近视发生发展有关,如MYP系列基因<sup>[11]</sup>、GJD2<sup>[12]</sup>等,且不同人种近视基因位点不尽相同。研究人员通过家族连锁分析,全基因组关联研究(GWAS)和下一代基因测序(NGS)等方式<sup>[11]</sup>,已完成400多个相关基因位点的测序和绘制,可用于近视和屈光不正的预防及治疗。

此外,父母近视也会增加儿童青少年近视的患病率。Pärssinen等<sup>[13]</sup>在对芬兰学龄儿童的调查中发现,在7岁以上儿童中,父母二人均近视的儿童近视患病率是父母均不近视儿童的2倍。由此可见,父母视力受损与儿童青少年近视的发生率呈正相关。

## 2 近视与教育

**2.1 近视与学业情况** 有研究表明,学生近视患病率随学段升高而升高,提示近视与年龄、学业等情况有关<sup>[14-16]</sup>。我国的一项针对儿童青少年视力调查显示<sup>[14]</sup>,小学、初中和高中的近视患病率分别为

\* 基金项目:辽宁何氏医学院科学研究经费项目(SJ202104)

①辽宁何氏医学院护理学院 辽宁 沈阳 110163

通信作者:张颜

25.4%、73.44%和88.99%，线性趋势显著。Ku等<sup>[15]</sup>在一系列的近视活动研究中发现，长期上补习班是7~12岁儿童近视发病的主要危险因素之一。Zhang等<sup>[16]</sup>在对中国儿童及青少年的大样本调查中发现，儿童青少年的视力随受教育年限的增加而下降，且从2年级和10年级开始由低度近视向中度近视发展，视力在每学期期末时最差而期初时最好。朱厚伟等<sup>[17]</sup>的研究结果同样证实，相同年级条件下，较高教育水平的初中生重度视力低下的患病率高于其他水平。

**2.2 近视与近距离阅读** 多项研究结果表明，近距离工作、学习、读书等不科学的用眼姿势是近视发生的危险因素<sup>[16-22]</sup>。芬兰的一项调查结果表明，近距离阅读儿童的近视患病率为29.7%，远高于正常阅读距离儿童近视患病率的12.8%，特别是7岁儿童的差异显著性更高<sup>[18]</sup>。我国学者同样发现，对于6~18岁的在校生而言，阅读距离<0.2 m是近视发生的危险因素<sup>[19]</sup>，与Wen等<sup>[20]</sup>的研究结果一致。我国另一项研究结果显示<sup>[21]</sup>，眼睛与书本的距离超过33 cm是学校学生近视发生的保护因素。此外一些研究结果显示<sup>[22]</sup>，手机和平板电脑的近距离观看会导致比观看投影仪和电视屏幕更高的近视发生率。因此，需要指导学龄期儿童青少年在阅读时保持一定的阅读距离，即“三个一”（书面距眼1尺、手指距笔尖1寸，胸距桌边1拳），预防和控制近视的发生。

**2.3 近视与电子产品使用** 各种电子产品广泛运用在每个家庭，近距离用眼的增多使视疲劳症状也愈加明显，电子产品的使用已经成为近视发展的环境相关危险因素之一。孙丽丽等<sup>[23]</sup>对900例学龄期儿童的研究结果显示，手机、电脑和iPad使用时长是近视的危险因素，且随着年龄的增加，电子产品使用累计时间也会增加。此研究结果与郑一昕等<sup>[24]</sup>的研究结果一致。此外，荷兰的一项出生队列研究结果显示<sup>[25]</sup>，在儿童3岁、6岁和9岁时的计算机累积使用时间与近视发生相关，且9岁时关系更显著，研究建议通过增加户外活动时间等方式来进行视力补偿。

### 3 近视与营养素

近年多项研究提示，多种营养素与近视的发生密切相关。动物实验和有限的人群研究结果发现，叶黄素、维生素D、藏红花素等对近视控制起着积极作用。

**3.1 近视与叶黄素** 叶黄素是一种广泛存在于绿色蔬菜里的色素，因色素颜色偏黄红，可以有效吸收蓝光，起到保护眼睛的作用。欧洲的一项针对4 166名65岁以上人群的横断面结果显示，血浆叶黄素浓度最高的1/5的受试者比血浆浓度最低的1/5的受试者近视风险降低了40%（ $OR=0.57$ ， $P<0.001$ ），提示叶黄素是近视的保护因素<sup>[26]</sup>。

黄斑色素光密度和透明质酸等可受叶黄素调节而改善近视的预后。Tanito等<sup>[27]</sup>的一项前瞻性、随机、双盲的研究表明，经过2个月和3个月叶黄素的补充后，受试者视网膜中心凹黄斑色素密度（MPOD）水平增加20%，提示近视与叶黄素水平呈正相关。

**3.2 近视与维生素D** 维生素D是一种脂溶性维生素，包括D<sub>3</sub>（胆钙化固醇）和D<sub>2</sub>（麦角钙化固醇）。近年来，维生素D与近视的研究日趋增多，但其是否与近视相关仍存在一定争议。Jung等<sup>[28]</sup>研究发现，血清维生素D每增加1 ng/mL，近视度数下降0.01D，高度近视与韩国人的血清25（OH）维生素D水平有关。

然而巴基斯坦<sup>[29]</sup>、我国<sup>[30]</sup>、丹麦<sup>[31]</sup>等学者的却研究发现，维生素D与儿童青少年近视无关。一项meta分析结果认为，维生素D只是户外活动的标志物，而非近视的独立保护因素<sup>[32]</sup>，维生素D是否是近视发生的影响因素仍需进一步研究证实。

**3.3 近视与藏红花素** 藏红花是我国传统名贵药材，藏红花素是藏红花主要活性成分之一。现有研究发现，藏红花素可以增加大鼠视网膜血流进而起到保护大鼠光感受器细胞的作用<sup>[33]</sup>。目前已有研究者在近视领域开展藏红花素的相关研究。一项针对6~12岁学龄期儿童的多中心随机双盲试验结果显示<sup>[34]</sup>，服用藏红花素能减缓其近视发生，其原因可能是由于藏红花素会对血流动力学产生影响使脉络膜增厚，进而抑制儿童近视的发生。随后的一项小鼠试验也证实了上述研究的假设。研究者用含不同浓度藏红花素的饲料喂养小鼠<sup>[35]</sup>，3周后发现，含有0.001%藏红花素饲料对小鼠的屈光不正和眼轴长度变化有明显抑制作用。提示藏红花素对小鼠和人体近视均有抑制作用。但由于相关研究文献比较有限，未来需要大规模人群研究以进一步证实藏红花素对近视的影响作用。

### 4 近视与户外活动

**4.1 近视与户外活动时间** 近年来，户外活动对近

视防治相关研究逐年增多,包括中国、美国、澳大利亚及德国等在内的国家开展了大量的相关研究,研究表明,户外运动可以显著降低儿童近视的发生率<sup>[36-41]</sup>,究其机制可能涵盖以下几种:(1)更多的光照刺激会使得视网膜多巴胺及多巴胺受体水平增高,进而使脉络膜增厚进一步抑制近视的发生。(2)户外条件下紫外线照射增多,较高的维生素D可调节巩膜、睫状肌和细胞周期,从而达到保护视力的作用。(3)户外更高的光照强度<sup>[37]</sup>。室外更高强度的光照会引起瞳孔收缩,提高聚焦深度,减少视物模糊。

此外,已有大量研究结果证明户外活动时间增加会推迟近视的发病时间<sup>[38]</sup>,并在很大程度上能减缓近视的进展。我国一项针对全国9省小学生的研究发现<sup>[39]</sup>,1~2年级小学生平均每天户外活动1h可以降低近视发生率,3~5年级户外活动时间需要达到3h以上才能有效降低近视发生。西班牙的最新研究评估了低儿童近视患病率国家的近视危险因素,结果显示4h的户外活动时间是近视的保护因素<sup>[37]</sup>,远高于其他研究中建议的2h户外活动时间<sup>[41]</sup>。

**4.2 近视与光照强度** 除户外活动时间外,光照强度也是近视的一项影响因素。一项RCT研究发现<sup>[42]</sup>,每天120~150min(>5000lux/min)或累积600000~750000lux的暴露可使近视发生率降低15%~24%。Chakraborty等<sup>[43]</sup>研究结果显示,与黑暗相比(约5lux),暴露于500lux和1000lux的照明下直接照射眼睛2小时可使中央凹下脉络膜整体明显增厚,延缓眼轴伸长,进而提供显著的保护作用,减缓近视发生。Guan等<sup>[44]</sup>针对我国西北地区19934名4年级和5年级学生的研究结果建议,中午开展户外活动能显著减少近视发生,进一步证明了户外活动与光照对近视的保护作用。

**4.3 近视与空气质量** 空气污染是悬浮在空气中的气体成分和颗粒物(PM)的复杂混合物。目前,国外越来越多的流行病学研究表明,空气污染物浓度与近视的发生率增加密切相关<sup>[45]</sup>。一项动物研究结果显示<sup>[46]</sup>,将仓鼠暴露在PM<sub>2.5</sub>的空气中21d后,仓鼠会出现近视,揭示了空气污染与近视存在相关关系。另一项针对儿童的队列研究结果显示<sup>[47]</sup>,随着空气中PM<sub>2.5</sub>和NO<sub>x</sub>浓度的增加,儿童的近视患病率也显著增加。但PM<sub>2.5</sub>和臭氧浓度与近视之间的关联的潜在机制在很大程度上仍是未知的,

未来需要更多的研究来证实PM<sub>2.5</sub>和臭氧对眼的调节作用<sup>[48]</sup>。

## 5 其他因素

**5.1 父母行为** 父母通常是学龄期儿童的第一监护人,儿童学龄期的行为很大程度上倾向于父母的安排,因此父母对近视的态度行为是学龄期儿童近视发生的关键因素。吴敏等<sup>[49]</sup>针对儿童青少年父母开展近视相关调查,结果发现,视力正常儿童的父母在近视防治相关知识知晓率和近视防治行为均优于近视儿童父母。Liu等<sup>[50]</sup>针对3~18岁儿童进行调查后发现,父母的有益行为与儿童近视呈正相关,特别是在小学阶段的学龄期儿童更显著。另一项研究发现,影响学龄期儿童近视情况的家庭因素主要包括:(1)家长开始关注孩子视力的时间;(2)控制孩子看电子设备的时间;(3)纠正孩子写作业时错误的用眼习惯;(4)带孩子参加户外活动的频率;(5)能否保证孩子充足的睡眠时间<sup>[51]</sup>。

**5.2 近视与睡眠** 自Gong等<sup>[52]</sup>首次发现睡眠时间与儿童近视患病存在负相关后,越来越多的研究发现睡眠时间、睡眠质量及褪黑素水平与近视存在一定的相关性,尤其对学龄期儿童而言,充足的睡眠可能是近视发生的保护性因素,而过多、不足的睡眠时间则可能是近视发生的危险因素。一项针对儿童的横断面研究结果显示<sup>[53]</sup>,工作日中7~12岁儿童的睡眠时间越长,近视患病风险越低;而工作日较晚的就寝时间(21:30及之后)和起床时间(7:00及之后)及休息日起床时间较晚(8:00及之后)会增加近视患病率。然而新加坡的一项研究结果显示,新加坡小学生的睡眠质量、持续时间、睡眠时间与近视没有独立相关性<sup>[54]</sup>。鉴于睡眠与近视间不同研究结论,关于睡眠与近视间的关系仍需要大规模纵向研究来进一步证实。

## 6 小结

儿童青少年近视,特别是学龄期近视防控任重而道远。本文通过综述学龄期近视的影响因素,发现遗传、近距离阅读、电子产品使用、叶黄素、户外活动时间、光照强度、空气污染和父母行为等均已被证实与学龄期近视形成和发展呈显著相关,今后可采取针对性干预措施尽早预防、发现及控制近视出现。而随着近几年研究的不断更新,关于维生素D及睡眠是否与近视发生有关却有所争议,今后需要更高质量的纵向研究和完全随机对照研究(RCT)研究来进一步验证上述两种因素与近视发生



的关系。最后,我国传统药材藏红花在近视防控中的作用已日益得到关注,相关的动物模型和RCT研究已显示藏红花素能减缓近视发生,为近视的预防和治疗提供新的研究思路和方向。

### 参考文献

- [1] HOLDEN B A, FRICKE T R, WILSON D A, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. *Ophthalmology*, 2016, 123 (5): 1036–1042.
- [2] GUO Y, DUAN J L, LIU L J, et al. High myopia in greater Beijing school children in 2016[J/OL]. *PLoS One*, 2017, 12 (11): e0187396. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0187396>.
- [3] MATAMOROS E, INGRAND P, PELEN F, et al. Prevalence of myopia in France: a cross-sectional analysis[J/OL]. *Medicine*, 2015, 94 (45): e1976. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4912270/>.
- [4] HRYNCHAK P K, MITTELSTAEDT A, MACHAN C M, et al. Increase in myopia prevalence in clinic-based populations across a century[J]. *Optom Vis Sci*, 2013, 90 (11): 1331–1341.
- [5] GRZYBOWSKI A, KANCLERZ P, TSUBOTA K, et al. A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide[J]. *BMC Ophthalmol*, 2020, 20 (1): 27.
- [6] MARUYAMA T, YOTSUKURA E, TORII H, et al. Children in Tokyo have a long sustained axial length from age 3 years: the Tokyo myopia study[J]. *J Clin Med*, 2022, 11 (15): 4413.
- [7] BEZ D, MEGRELI J, BEZ M, et al. Association between type of educational system and prevalence and severity of myopia among male adolescents in Israel[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2019, 137 (8): 887–893.
- [8] RATHI M, CHHABRA S, SACHDEVA S, et al. Correlation of parental and childhood myopia in children aged 5–16 years in North India[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2022, 70 (9): 3366–3368.
- [9] DUCLOUX A, MARILLET S, INGRAND P, et al. Progression of myopia in teenagers and adults: a nationwide longitudinal study of a prevalent cohort[J]. *Br J Ophthalmol*, 2023, 107 (5): 644–649.
- [10] KOBIA-ACQUAH E, FLITCROFT D I, AKOWUAH P K, et al. Regional variations and temporal trends of childhood myopia prevalence in Africa: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42 (6): 1232–1252.
- [11] WANG Y M, LU S Y, ZHANG X J, et al. Myopia genetics and heredity[J]. *Children (Basel)*, 2022, 9 (3): 382.
- [12] VAN DER SANDE E, HAARMAN A E G, QUINT W H, et al. The role of GJD2 (Cx36) in refractive error development[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2022, 63 (3): 5.
- [13] PÄRSSINEN O, KAUPPINEN M. Associations of near work time, watching TV, outdoors time, and parents' myopia with myopia among school children based on 38-year-old historical data[J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2022, 100 (2): e430–e438. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.14980>.
- [14] 唐敏华, 赵根明, 姜永根, 等. 上海市松江区 2036 名儿童青少年视力健康现状及其影响因素分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2022, 30 (3): 319–324.
- [15] KU P W, STEPTOE A, LAI Y J, et al. The associations between near visual activity and incident myopia in children: a nationwide 4-year follow-up study[J]. *Ophthalmology*, 2019, 126 (2): 214–220.
- [16] ZHANG C F, LI L, JAN C, et al. Association of school education with eyesight among children and adolescents[J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5 (4): e229545. <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2791731>.
- [17] 朱厚伟, 史曙生, 申翠梅, 等. 我国初中生视力的影响因素研究: 基于 CEPS (2014—2015 学年) 追访数据的多项 Logistic 回归模型分析[J]. *中国体育科技*, 2022, 58 (4): 52–61.
- [18] PÄRSSINEN O, LASSILA E, KAUPPINEN M. Associations of children's close reading distance and time spent indoors with myopia, based on parental questionnaire[J]. *Children (Basel)*, 2022, 9 (5): 632.
- [19] 来坚, 李能, 王琼琼, 等. 2018—2020 年杭州市西湖区青少年近视流行病学调查[J]. *中国预防医学杂志*, 2021, 22 (6): 418–422.
- [20] WEN L B, CAO Y P, CHENG Q, et al. Objectively measured near work, outdoor exposure and myopia in children[J]. *Br J Ophthalmol*, 2020, 104 (11): 1542–1547.
- [21] JIANG D J, SHI B J, GAO H, et al. Associations between reading and writing postures and myopia among school students in Ningbo, China[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 713377.
- [22] GOMES A C G, CASTRO L R, DE BRITO L M P, et al. Myopia caused by the use of electronic devices screen: a literature review[J]. *Revista Brasileira De Oftalmol*, 2020, 79 (5): 350–353.
- [23] 孙丽丽, 齐丽丽, 季拓. 电子产品对学龄前及学龄初期儿童近视的相关性分析[J]. *国际眼科杂志*, 2016, 16 (2): 382–385.
- [24] 郑一昕, 王跃龙, 赵胤良, 等. 电子设备使用对云南省边远少数民族聚居区学生近视影响的调查[J]. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2022, 30 (1): 28–31, 38.
- [25] ENTHOVEN C A, TIDEMAN J W L, POLLING J R, et al. The impact of computer use on myopia development in childhood: the Generation R study[J]. *Prev Med*, 2020, 132: 105988.
- [26] WILLIAMS K M, BENTHAM G C G, YOUNG I S, 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.
- [27] TANITO M, OBANA A, GOHTO Y, et al. Macular pigment

- density changes in Japanese individuals supplemented with lutein or Zeaxanthin: quantification via resonance Raman spectrophotometry and autofluorescence imaging[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2012, 56 ( 5 ): 488-496.
- [28] JUNG B J, JEE D. Association between serum 25-hydroxyvitamin D levels and myopia in general Korean adults[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2020, 68 ( 1 ): 15-22.
- [29] AARAJ S, KAUSAR A, KHAN S A. Vitamin D deficiency: a risk factor for myopia in children—a cross sectional study in a tertiary care centre[J]. *J Pak Med Assoc*, 2022, 72 ( 6 ): 1075-1079.
- [30] LI X M, LIN H S, JIANG L F, et al. Low serum vitamin D is not correlated with myopia in Chinese children and adolescents[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 809787.
- [31] SPECHT I O, JACOBSEN N, FREDERIKSEN P, et al. Neonatal vitamin D status and myopia in young adult men[J]. *Acta Ophthalmol*, 2020, 98 ( 5 ): 500-505.
- [32] TANG S M, LAU T, RONG S S, et al. Vitamin D and its pathway genes in myopia: systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Ophthalmol*, 2019, 103 ( 1 ): 8-17.
- [33] 齐赟, 张艺馨, 程育宏. 藏红花素对视网膜缺血再灌注损伤小鼠视网膜神经节细胞的保护作用及其机制研究[J]. *眼科新进展*, 2022, 42 ( 1 ): 6-10.
- [34] MORI K, TORII H, FUJIMOTO S, et al. The effect of dietary supplementation of crocetin for myopia control in children: a randomized clinical trial[J]. *J Clin Med*, 2019, 8 ( 8 ): 1179.
- [35] MORI K, KURIHARA T, JIANG X Y, et al. Estimation of the minimum effective dose of dietary supplement crocetin for prevention of myopia progression in mice[J]. *Nutrients*, 2020, 12 ( 1 ): 180.
- [36] CAO K, WAN Y, YUSUFU M, et al. Significance of outdoor time for myopia prevention: a systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials[J]. *Ophthalmic Res*, 2020, 63 ( 2 ): 97-105.
- [37] 金毓, 田仁玺, 朱志成, 等. 基于 Web of Science 数据库户外活动与青少年近视的知识图谱分析[J]. *哈尔滨体育学院学报*, 2022, 40 ( 1 ): 89-96.
- [38] 国际近视研究院, 刘康译, 高建华, 等. 国际近视研究院关于近视危险因素的报告[J]. *中华实验眼科杂志*, 2022, 40 ( 6 ): 562-573.
- [39] ZHONG P L, LIU Y F, MA N, et al. Effect of outdoor time on the incidence of myopia among primary school students in 9 provinces of China[J]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*, 2022, 43 ( 7 ): 1099-1106.
- [40] FERNÁNDEZ IRIGARAY L, Balsa A, ARMESTO A, et al. Outdoor exposure in children from Buenos Aires Province, Argentina[J]. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*, 2022, 97 ( 7 ): 396-401.
- [41] HO C L, WU W F, LIOU Y M. Dose-response relationship of outdoor exposure and myopia indicators: a systematic review and meta-analysis of various research methods[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16 ( 14 ): 2595.
- [42] HE X G, SANKARIDURG P, WANG J 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 ): 1245-1254.
- [43] CHAKRABORTY R, BARANTON K, SPIEGEL D, et al. Effects of mild-and moderate-intensity illumination on short-term axial length and choroidal thickness changes in young adults[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2022, 42 ( 4 ): 762-772.
- [44] GUAN H Y, YU N N, WANG H, et al. Impact of various types of near work and time spent outdoors at different times of day on visual acuity and refractive error among Chinese school-going children[J/OL]. *PLoS One*, 2019, 14 ( 4 ): e0215827. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0215827>.
- [45] YUAN T Y, ZOU H D. Effects of air pollution on myopia: an update on clinical evidence and biological mechanisms[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2022, 29 ( 47 ): 70674-70685.
- [46] WEI C C, LIN H J, LIM Y P, et al. PM2.5 and NOx exposure promote myopia: clinical evidence and experimental proof[J]. *Environ Pollut*, 2019, 254 ( Pt B ): 113031.
- [47] YANG B Y, GUO Y M, ZOU Z Y, et al. Exposure to ambient air pollution and visual impairment in children: a nationwide cross-sectional study in China[J]. *J Hazard Mater*, 2021, 407: 124750.
- [48] 丁鑫, 郇义贞, 郭承伟. 青少年近视相关环境因素的研究进展[J]. *中国中医眼科杂志*, 2022, 32 ( 4 ): 333-336.
- [49] 吴敏, 于娜, 翟祥娟, 等. 青少年父母的近视防治相关知识及防治行为调查研究[J]. *国际医药卫生导报*, 2022, 28 ( 15 ): 2203-2208.
- [50] LIU Y L, JHANG J P, HSIAO C K, et al. Influence of parental behavior on myopigenic behaviors and risk of myopia: analysis of nationwide survey data in children aged 3 to 18 years[J]. *BMC Public Health*, 2022, 22 ( 1 ): 1637.
- [51] 宋杨, 支慧晶, 刘阳. 父母态度和行为与儿童近视风险的关联研究[J]. *文体用品与科技*, 2022 ( 17 ): 60-62.
- [52] GONG Y, ZHANG X, TIAN D, et al. Parental myopia, near work, hours of sleep and myopia in Chinese children[J]. *Health*, 2014, 6 ( 1 ): 64-70.
- [53] LI R, CHEN Y T, ZHAO A D, et al. Relationships between sleep duration, timing, consistency, and chronotype with myopia among school-aged children[J]. *J Ophthalmol*, 2022, 2022: 7071801.
- [54] LI M J, TAN C S, XU L Q, et al. Sleep patterns and myopia among school-aged children in Singapore[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 828298.

(收稿日期: 2023-01-31) (本文编辑: 占汇娟)