

学龄期儿童近视影响因素的研究进展

朱立清¹, 常红霞¹, 王雁², 高云仙^{2*}

¹新疆医科大学第四临床医学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学附属中医医院眼科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年11月18日; 录用日期: 2023年12月12日; 发布日期: 2023年12月18日

摘要

近几十年来,随着社会的发展,科技水平的进步,电子设备的普及,我国近视的患病率一直呈高速增长。且自2019年以来,随着新型冠状病毒肺炎(Corona virus disease 2019, COVID-19)的爆发,学龄期儿童近距离地线上学习时间的延长及户外活动的缺乏,更加加快了近视发生发展的速度。现如今近视已成为学龄期儿童视力损伤的主要原因之一,受到社会各界广泛的关注。因此,本文就学龄期儿童近视影响因素情况做一综述。

关键词

近视, 学龄期儿童, 影响因素, 遗传, 环境

Research Progress on the Influencing Factors of Myopia in School-Age Children

Liqing Zhu¹, Hongxia Chang¹, Yan Wang², Yunxian Gao^{2*}

¹The Fourth Clinical Medical College of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Ophthalmology Department of Xinjiang Medical University Affiliated Traditional Chinese Medicine Hospital, Urumqi Xinjiang

Received: Nov. 18th, 2023; accepted: Dec. 12th, 2023; published: Dec. 18th, 2023

Abstract

In recent decades, with the development of society and advances in technology, along with the widespread use of electronic devices, the prevalence of myopia in China has been increasing rapidly. Since 2019, the outbreak of the novel coronavirus disease, COVID-19, has further accele-

*通讯作者。

rated the occurrence and progression of myopia in school-age children due to the prolonged on-line learning time at close distances and lack of outdoor activities. Nowadays, myopia has become one of the primary causes of visual impairment in school-age children, attracting widespread attention from various sectors of society. Therefore, this article aims to provide a comprehensive review of the factors influencing myopia in school-age children.

Keywords

Myopia, School-Age Children, Influencing Factors, Inheritance, Environment

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近视(Myopia)是指人眼在调节放松状态下,来自 5 米以外的平行光线经眼球屈光系统后聚焦在视网膜之前的病理状态[1]。近视都是经正视发展而来的,之后到高度近视,最后演变而成病理性近视,继而出现一些不可逆的眼底病变,且可终身进展[2]。在我国,学龄期儿童为 6~12 岁儿童,此时期为近视主要形成和发展的阶段[3] [4] [5] [6]。我国国家卫生健康委员会发布 2018 年中国儿童青少年总体近视率为 53.6%,其中 6 岁儿童近视率为 14.5%,初中生为 71.6% [7]。在报道及研究中我们可以看出,在小学阶段,儿童的近视率增加十分迅速。所以说,对于学龄期儿童的近视防控迫在眉睫,本文遂对学龄期儿童近视的危险因素进行综述。

2. 自身因素

2.1. 遗传

近视是遗传和环境因素共同作用的结果已成为共识,而且遗传因素在一些高度近视中起决定性作用,通常表现出明显的家族聚集性[8]。周佳团队及 O'Donoghue 等都发现父母有一方近视或父母双方都近视的学龄期儿童相较于父母都不近视的学龄期儿童,近视危险度更高[9] [10]。近视的遗传方式一般分为常染色体隐性遗传(autosomal recessive, AR)、常染色体显性遗传(autosomal dominant, AD)及 X 连锁隐性遗传(X-linked recessive, XR)等[11]。且随着分子生物学及遗传学的发展,近视的相关基因序列及作用类型也越来越多的被人们发现[12]。所以对于父母近视的学龄期儿童,在遗传因素已无法改变的情况下,更应该减少其环境相关的危险因素来预防近视的发展。

2.2. 性别

陈镇国等[13]研究显示:7~14 岁学龄儿童中女童近视率高于男童。这可能是因为除晶状体厚度外,男孩的所有眼部参数均大于女孩。而眼轴长度、角膜曲率半径和晶状体厚度是影响屈光的最重要因素[14]。还有可能是因为女孩更倾向于读和写,少进行户外运动。且在此期间,性激素通过其受体,在角膜厚度和生物力学方面发挥作用,进而影响近视的发展[15]。所以说在学龄期儿童近视防控方面,女孩更应该被重视。

2.3. 年龄

在各个国家的学龄期儿童近视调查报告中,几乎所有学龄期儿童的近视率都是随着年龄的增长而随

之升高[16] [17] [18] [19] [21]。一方面有很大原因是随着学龄期儿童年龄的增加, 课业负担日益加重, 学习时间日渐延长, 户外活动时间减少等[22] [23], 导致学龄期儿童近视患病率随年龄增长而上升。另一方面原因可能是学龄期儿童快速正处于快速发育时期, 存在相应的内分泌改变, 造成眼球各成分发育不均衡, 导致近视化过程加快。

2.4. 身高

Northstone 等[24]认为 15 岁之前儿童眼轴增长轨迹与身高生长轨迹基本一致, 眼轴与等效球镜呈负相关, 故得出身高与等效球镜呈负相关, 即身高越高, 近视度数越大。陈镇国等通过收集和分析 2012 年 6 月至 2013 年 6 月温州地区 8 所小学 7~14 岁儿童的眼部生物学及身高数据, 显示学龄期儿童近视发生与身高增长常伴随发生[13]。

2.5. 体重指数

Terasak 等[25]通过一项前瞻性、横断面观察性研究分析发现, 学龄期儿童体重指数与眼轴长度显著相关。Willem 等[26]发现近视儿童比非近视儿童体重指数更高。在儿童学龄期阶段, 父母及老师应该对儿童提供合理的健康宣教, 保证合理的饮食摄入和运动锻炼, 最终达到正常的体质量指数以更好地防控近视的发生。

2.6. 营养摄入

已有研究发现, 饮食因素在学龄期儿童近视的发病机制中发挥关键作用[19]。长期高糖摄入导致血糖和胰岛素升高, 胰高血糖素降低, 以及诱发的慢性高胰岛素血症介导的胰岛素样生长因子-1、胰岛素样生长因子结合蛋白-3 表达变化等均可影响近视的进程[27]。Tang 等[28]对 25-羟基维生素 D (25-OH-VD) 浓度与近视的关系进行 Meta 分析表明: 较低浓度的 25-OH-VD 与近视的风险增加有关。Willem 等[26]也同样发现, 近视儿童相较于非近视儿童, 血液中维生素 D 水平更低。所以说限制高糖饮食及摄入更多的维生素 D 有助于限制学龄期儿童近视的发生及发展。

2.7. 较低的远视储备

一般情况下, 新生儿的眼球为远视状态, 屈光度数平均为+2.50~+3.00D [29], 这种生理性远视称为远视储备。随着生长发育, 儿童青少年眼球的远视度数逐渐降低, 一般到 15 岁左右发育为正视眼(屈光度数为-0.50~+0.50 D 之间), 这个过程称为正视化。而正常的 6 岁学龄儿童的远视储备平均为+1.38 D [30], 由于过早过多近距离用眼, 部分儿童青少年在 6 岁前即已用完远视储备, 其在小学阶段极易发展为近视眼。李仕明等人[31]研究发现小学生远视储备与未来的近视眼发病率呈负相关, 即学龄期儿童在小学入学时远视储备越小, 则在未来近视的可能性越高。

2.8. 睡眠时间

2014 年有学者首次提出睡眠不足与近视患病相关的假设, 并通过横断面研究发现睡眠时间与儿童近视患病率呈负相关[32]。之后有流行病学研究发现睡眠时间 < 7 h 是近视发生的危险因素[10]。Ayaki 等[33]采取横断面研究及调查问卷的形式研究显示: 儿童近视(尤其是高度近视)与其睡眠明显相关。但安阳眼科研究所通过对儿童的睡眠时间、就寝时间和近视进展进行为期四年的随访研究, 发现学龄期儿童的睡眠时间和就寝时间与近视进展和眼轴延长无显著相关性[34]。Stone [35]等推测视网膜昼夜节律的紊乱可能是导致眼球生长、近视发生的关键因素。虽然目前关于睡眠对近视的影响的研究结果还有待商榷, 但睡眠是人类生命过程中重要的生理过程, 人的睡眠时间占据生命周期的 1/3, 睡眠对于学龄儿童的健康

发育尤为重要,加拿大一份儿童、青少年 24 h 活动指南指出,5~13 岁儿童每天的睡眠时间应为 9~11 h [36]。所以对于学龄期儿童来说,不但要早睡,并要保证充足的睡眠时间。

3. 行为因素

3.1. 户外活动时间

减少学龄期儿童户外活动时间可能会增加近视的发生率[37] [38],而增加户外活动时间可以明显的控制近视的发生及发展。中山大学中山眼科中心通过一项以学校为基础的试验:通过增加干预组每天一节 40 分钟的户外活动课,并鼓励家长在放学后让孩子参加户外活动。经过三年的观察研究发现,干预组近视累积发生率为 30.4%,而对照组则为 39.5%。且干预组的等效球镜度数(-1.42 D)与对照组的等效球镜度数(-1.59 D)也存在显著差异[39]。而台湾地区自实施的“天天户外 120”政策以来,自 2012 年至 2015 年,每年的近视患病率下降约 1% [40]。周佳等[10]通过采用多阶段整群抽样方法按全国 6 个行政区划分别抽取 1 个省或直辖市,每个城市抽取中学和小学各 10 所,按《全国学生体质与健康调研检测细则》要求检查视力及开展问卷调查,最后分析得出“最近 1 周平均每天户外活动时间” 2~4 h 者患近视风险是 < 1 h 者的 0.924 倍;“学校下午安排时间体育活动”的学生患近视风险是不安排体育活动学生的 0.779 倍。综上所述,增加户外活动时间是学龄期儿童近视的保护因素,而减少户外活动时间为危险因素。

3.2. 近距离用眼

Hsiu-Mei Huang 等[41]通过一项系统性综述,以量化近距离工作活动对儿童近视的影响。发现花在近距离工作活动上的时间越多,近视的几率越高,即每周近距离工作每增加 1 小时,近视发生率增加 2%。王宁利团队[42]的研究表明,以 ≤ 20 cm 定义的近距离阅读距离与较长的眼轴长度显著相关。林叶雯等[43]通过随访观察 121 例 7~12 岁近视儿童 2 年的近视度数进展情况,并使用 Polhemus 系统随访采集受检儿童近距离用眼行为参数发现,书写距离低于 20 cm 与近视进展相关。因此,制定减少近距离工作对近视影响的策略对预防儿童近视具有重要意义。

3.3. 光照

瞿佳等[44]发现多巴胺含量与近视高度相关。多巴胺的产生和释放与光照强度呈线性相关,即光照越强,多巴胺释放量越多,因此越能抑制近视的发生。Cohen 等[45]发现,在低照度(50 Lx)的光照条件下饲养的雏鸡会发展成近视、且眼轴更长。而在高照度(10,000 Lx)的光照条件下,无雏鸡发生近视,但表现为稳定的远视。北印度的一项研究发现近视患者在昏暗光线下阅读的比例远高于正视患者[46]。杨智宽团队[47]通过对 86 名学龄期儿童的光照水平进行客观的测量及分析后研究发现,在 >3000 勒克斯的光照强度下活动是近视的保护因素,且每天暴露于 >3000 lux 的光照水平下的时间越长,眼轴增长越少。而一项台湾的多地区、整群随机干预对照试验也发现:在户外暴露于 1000 lux 以上或 3000 lux 以上等中等强度光照强度的时间更长也可能具有近视预防作用[48]。

3.4. 电子设备的使用

随着社会发展及科技水平的提高,各种电子产品充斥着人们生活方方面面。儿童对事物的好奇心理驱使着他们对电子产品的使用也轻车熟路。年朝霞等[49]发现看电脑或手机 ≥ 3 h/d 是中小学生学习发生的独立危险因素。Harrington 等[50]针对爱尔兰儿童的研究也表明,使用电子屏幕 >3 h/d 的学龄期儿童近视患病率更高。Hansen 等[51]对丹麦 1443 名 16~17 岁青少年做前瞻性的观察研究,发现青少年使用电子屏幕 > 6 h/d 与使用电子屏幕 < 2 h/d 相比,患近视的风险大约增加 1 倍。像 iPad、电脑、手机,屏幕相对

较小,会让孩子的眼睛长期聚焦在一个点上,对视力造成损伤。儿童青少年每天使用电子设备应该不超过 2~3 h,眼睛距离屏幕不得低于 33 cm 标准线。

4. 环境因素

4.1. 所在地区的城市化进展及经济发展

Choi 等[52]通过问卷调查及统计分析得出结论:生活在人口密度较高的地区和居住在家庭面积较小的人,眼轴明显较长。关洁莹等[53]通过对位于我国珠江西岸的核心城市珠海和位于我国的西部边陲、农村人口居多、经济发展相对落后的喀什市的学龄期儿童进行的一项横断面研究发现,珠海市筛查性近视率和近视程度高于喀什市。Ma 等[54]通过一项针对学龄期儿童的全国性的横向研究发现,城市环境、经济状况和教育水平与近视呈正相关。另外一项关于中国学龄儿童视力损害与经济发展关系的研究指出,城市学生视力障碍的患病率高于农村地区,GDP 每增加 1 倍,视力损害的相对风险增加 20% [55]。

4.2. 空气污染

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[56]。虽然现在大气污染物干预近视的详细机制仍不清楚,但是暴露于空气污染可能通过外周性远视性离焦、DA 通路和视网膜缺血等通路对近视的发展产生显著的影响[57]。

5. 其他因素

近视后欠矫正

Nicola 等[58]发现大部分研究都表明,未矫正的近视会加快近视的发展。童世琼等[59]研究发现我国小学生近视矫正率低,原因有可能是小学生的认知能力较初中生低,不能给家长及时反馈,导致近视的发现较为困难。而且在我国,很多的家长对近视的认识不够或存在误区,认为配戴眼镜后会加重近视进展且很难摘镜,而不选择给孩子配镜[60]。殊不知近视长时间欠矫可能会使儿童更容易产生视疲劳,从而加重近视的发展[61]。

6. 小结

综上所述,遗传因素是近视的生物学基础,行为因素是近视的重要因素,环境因素是决定近视发展的现实条件。现今近视防控主要还是控制学龄期儿童的行为因素及环境因素,以减少近视的发生和减缓近视的进展。所以在学龄期儿童成长过程中,最为重要的是保证充足的户外活动时间;在保证补充丰富营养的同时,还要维持适当的体重;在保证充足睡眠的同时,尽可能早睡;当近距离用眼及使用电子设备时,不但要保持足够距离,还要合理的控制时间。当学龄期儿童近视后,还要定期进行眼科检查,定期检查眼镜是否适配。现如今,在国家的统筹下,全社会共同参与下,通过评估个体近视病因的风险因素,为儿童建立独立的屈光档案,以提早进行防控,寻找最佳防控方法及个性化的干预措施。

参考文献

- [1] Flitcroft, D.I., He, M., Jonas, J.B., Jong, M., Naidoo, K., Ohno-Matsui, K., Rahi, J., Resnikoff, S., Vitale, S. and Yanzuzi, L. (2019) IMI-Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **60**, M20-M30. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25957>
- [2] 魏文斌,董力. 病理性近视是近视防控的重点和难点[J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(2): 169-172.
- [3] Ma, Y., Qu, X., Zhu, X., Xu, X., Zhu, J., Sankaridurg, P., Lin, S., Lu, L., Zhao, R., Wang, L., *et al.* (2016) Age-Specific Prevalence of Visual Impairment and Refractive Error in Children Aged 3-10 Years in Shanghai, China. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **57**, 6188-6196. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-20243>

- [4] Lan, W., Zhao, F., Lin, L., Li, Z., Zeng, J., Yang, Z. and Morgan, I.G. (2013) Refractive Errors in 3-6 Year-Old Chinese Children: A Very Low Prevalence of Myopia? *PLOS ONE*, **8**, e78003. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078003>
- [5] Lin, L.L., Shih, Y.F., Hsiao, C.K., Chen, C.J., Lee, L.A. and Hung, P.T. (2001) Epidemiologic Study of the Prevalence and Severity of Myopia among Schoolchildren in Taiwan in 2000. *Journal of the Formosan Medical Association*, **100**, 684-691. https://doi.org/10.1007/978-4-431-66917-3_2
- [6] 刘璞, 康梦田, 杨征宇, 镇华, 刘旭, 王海龙, 司嘉兴, 张美新. 涿州市学龄儿童 2019 至 2020 年近视屈光状态进展和近视眼发病率分析[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(4): 265-271.
- [7] 卫健委. 2018 年全国儿童青少年总体近视率为 53.6% [J]. 现代养生, 2019(10): 1-2.
- [8] Guggenheim, J.A., Ghorbani Mojarad, N., Williams, C. and Flitcroft, D.I. (2017) Genetic Prediction of Myopia: Prospects and Challenges. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **37**, 549-556. <https://doi.org/10.1111/opo.12403>
- [9] O'Donoghue, L., Kapetanankis, V.V., McClelland, J.F., Logan, N.S., Owen, C.G., Saunders, K.J. and Rudnicka, A.R. (2015) Risk Factors for Childhood Myopia: Findings from the NICER Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **56**, 1524-1530. <https://doi.org/10.1167/iov.14-15549>
- [10] 周佳, 马迎华, 马军, 邹志勇, 孟祥坤, 陶芳标, 罗春燕, 静进, 潘德鸿, 罗家有, 等. 中国 6 省市中小学生近视流行现状及其影响因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(1): 29-34.
- [11] 胡诞宁, 周翔天. 近视病因和分子遗传学研究近况与展望[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2010(2): 81-85.
- [12] 慕璟玉, 王雁, 浏梦, 张芮, 高云仙. 近视的病因研究新进展[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(10): 1746-1750.
- [13] 陈镇国, 陈茂冲, 张加裕, 蔡达秋, 王强, 林思思, 陈嘉玮, 钟洪亮. 学龄期儿童屈光状态影响因素的调查与分析[J]. 中华眼科杂志, 2016, 52(11): 831-835.
- [14] Li, S.M., et al. (2015) Distribution of Ocular Biometry in 7- and 14-Year-Old Chinese Children. *Optometry and Vision Science*, **92**, 566-572. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000570>
- [15] 崔歌, 陈迪, 李莹. 性激素在近视发生发展中的作用机制研究进展[J]. 眼科新进展, 2023, 43(1): 61-65.
- [16] Wu, J.F., Bi, H.S., Wang, S.M., Hu, Y.Y., Wu, H., Sun, W., et al. (2013) Refractive Error, Visual Acuity and Causes of Vision Loss in Children in Shandong, China. The Shandong Children Eye Study. *PLOS ONE*, **8**, e82763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082763>
- [17] Lira, R.P., Arieta, C.E., Passos, T.H., Maziero, D., Astur, G.L., do Espirito Santo, I.F., et al. (2017) Distribution of Ocular Component Measures and Refraction in Brazilian School Children. *Ophthalmic Epidemiology*, **24**, 29-35. <https://doi.org/10.1080/09286586.2016.1254249>
- [18] Guo, L., Yang, J., Mai, J., Du, X., Guo, Y., Li, P., et al. (2016) Prevalence and Associated Factors of Myopia among Primary and Middle School-Aged Students: A School-Based Study in Guangzhou. *Eye (London)*, **30**, 796-804. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.39>
- [19] Grzybowski, A. and Nowak, M.S. (2018) The Review of Refractive Studies of Nonadults in Poland. *Acta Ophthalmologica*, **96**, e755-e756. <https://doi.org/10.1111/aos.13666>
- [20] 廖娅, 陈鸿雁, 董磊, 王威, 王小娟. 宿迁市 2020 年学龄儿童新发近视情况分析[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(11): 2001-2004.
- [21] 王小阳, 燕振国, 杨刚, 刘勤, 郑思雨. 兰州市中小学生屈光状态筛查[J]. 眼科学报, 2023, 38(1): 9-16.
- [22] 甘世斌, 黄杜茹. 青少年视频终端性视疲劳的分析与健康干预[J]. 眼外伤职业眼病杂志, 2006, 28(6): 431-432.
- [23] Hu, Y., Zhao, F., Ding, X., Zhang, S., Li, Z., Guo, Y., et al. (2021) Rates of Myopia Development in Young Chinese Schoolchildren during the Outbreak of COVID-19. *JAMA Ophthalmology*, **139**, 1115-1121. <https://doi.org/10.1001/jamaophthol.2021.3563>
- [24] Northstone, K., et al. (2013) Body Stature Growth Trajectories during Childhood and the Development of Myopia. *Ophthalmology*, **120**, 1064-1073.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.11.004>
- [25] Terasaki, H., Yamashita, T., Yoshihara, N., Kii, Y. and Sakamoto, T. (2017) Association of Lifestyle and Body Structure to Ocular Axial Length in Japanese Elementary School Children. *BMC Ophthalmology*, **17**, Article No. 123. <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0519-y>
- [26] Tideman, J.W.L., Polling, J.R., Hofman, A., Jaddoe, V.W., Mackenbach, J.P. and Klaver, C.C. (2018) Environmental Factors Explain Socioeconomic Prevalence Differences in Myopia in 6-Year-Old Children. *British Journal of Ophthalmology*, **102**, 243-247. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-310292>
- [27] 於亭, 宋继科, 毕宏生, 解孝锋. 高糖饮食与近视相关信号通路关系的研究[J]. 眼科新进展, 2020, 40(8): 789-792.

- [28] Tang, S.M., Lau, T., *et al.* (2019) Vitamin D and Its Pathway Genes in Myopia: Systematic Review and Meta-Analysis. *British Journal of Ophthalmology*, **103**, 8-17. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-312159>
- [29] Rozema, J.J., Herscovici, Z., Snir, M. and Axer-Siegel, R. (2018) Analysing the Ocular Biometry of New-Born Infants. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **38**, 119-128. <https://doi.org/10.1111/opo.12433>
- [30] 中华预防医学会公共卫生眼科分会. 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): 96-102.
- [31] 李仕明, 康梦田, 李蕾, 魏士飞, 何曦, 刘洛如, 李嵩, 王宁利. 小学生远视储备与近视眼发病率关系的队列研究: 安阳儿童眼病研究[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(10): 754-759.
- [32] Gong, Y., Zhang, X., Tian, D., Wang, D. and Xiao, G. (2014) Parental Myopia, Near Work, Hours of Sleep and Myopia in Chinese Children. *Health*, **6**, 64-70. <https://doi.org/10.4236/health.2014.61010>
- [33] Ayaki, M., Torii, H., Tsubota, K. and Negishi, K. (2016) Decreased Sleep Quality in High Myopia Children. *Scientific Reports*, **6**, Article No. 33902. <https://doi.org/10.1038/srep33902>
- [34] Wei, S.F., Li, S.M., Liu, L., Li, H., Kang, M.T., Sun, Y.Y., *et al.* (2020) Sleep Duration, Bedtime, and Myopia Progression in a 4-Year Follow-Up of Chinese Children: The Anyang Childhood Eye Study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **61**, 37. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.3.37>
- [35] Stone, R.A., *et al.* (2013) Pharmacology of Myopia and Potential Role for Intrinsic Retinal Circadian Rhythms. *Experimental Eye Research*, **114**, 35-47. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2013.01.001>
- [36] Tremblay, M.S., Carson, V., Chaput, J.P., Connor Gorber, S., Dinh, T., Duggan, M., Faulkner, G., *et al.* (2016) Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **41**, S311-S327. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0151>
- [37] Kanclerz, P., Lanca, C., Radomski, S.A. and Nowak, M.S. (2023) The Outdoor Time in Non-Myopic Children Has Decreased to That of Myopic Children during the SARS-CoV-2 Pandemic. *Romanian Journal of Ophthalmology*, **67**, 33-40. <https://doi.org/10.22336/rjo.2023.6>
- [38] Wang, J., Li, Y., Musch, D.C., Wei, N., Qi, X., Ding, G., Li, X., Li, J., Song, L., Zhang, Y., *et al.* (2021) Progression of Myopia in School-Aged Children After COVID-19 Home Confinement. *JAMA Ophthalmology*, **139**, 293-300. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2020.6239>
- [39] He, M., Xiang, F., Zeng, Y., Mai, J., Chen, Q., Zhang, J., Smith, W., Rose, K. and Morgan, I.G. (2015) Effect of Time Spent Outdoors at School on the Development of Myopia among Children in China: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, **314**, 1142-1148. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.10803>
- [40] Wu, P.C., Chen, C.T., Chang, L.C., Niu, Y.Z., Chen, M.L., Liao, L.L., Rose, K. and Morgan, I.G. (2020) Increased Time Outdoors Is Followed by Reversal of the Long-Term Trend to Reduced Visual Acuity in Taiwan Primary School Students. *Ophthalmology*, **127**, 1462-1469. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.01.054>
- [41] Huang, H.M., Chang, D.S. and Wu, P.C. (2015) The Association between Near Work Activities and Myopia in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **10**, e0140419. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140419>
- [42] Li, S.M., Li, S.Y., Kang, M.T., Zhou, Y., Liu, L.R., Li, H., Wang, Y.P., Zhan, S.Y., Gopinath, B., Mitchell, P., *et al.* (2015) Near Work Related Parameters and Myopia in Chinese Children: the Anyang Childhood Eye Study. *PLOS ONE*, **10**, e0134514. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134514>
- [43] 林叶雯, 张斌俊, 张军晓, 余新平, 保金华. 近距离视觉行为与儿童近视进展的关系[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022, 24(10): 779-785.
- [44] 瞿佳, 李瑾. 近视眼发生和发展机制研究的新进展[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(4): 311-314.
- [45] Cohen, Y., *et al.* (2011) Dependency between Light Intensity and Refractive Development under Light-Dark Cycles. *Experimental Eye Research*, **92**, 40-46.
- [46] Chhabra, S., Rathi, M., Sachdeva, S., Rustagi, I.M., Soni, D. and Dhanias, S. (2022) Association of Near Work and Dim Light with Myopia among 1400 School Children in a District in North India. *Indian Journal of Ophthalmology*, **70**, 3369-3372. https://doi.org/10.4103/ijoo.IJO_634_22
- [47] Wen, L., Cao, Y., Cheng, Q., Li, X., Pan, L., Li, L., *et al.* (2020) Objectively Measured Near Work, Outdoor Exposure and Myopia in Children. *British Journal of Ophthalmology*, **104**, 1542-1547. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2010.10.012>
- [48] Wu, P.C., Chen, C.T., Lin, K.K., Sun, C.C., Kuo, C.N., Huang, H.M., Poon, Y.C., Yang, M.L., Chen, C.Y., Huang, J.C., *et al.* (2018) Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. *Ophthalmology*, **125**, 1239-1250. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.12.011>
- [49] 年朝霞, 朱丹, 刘洋, 高春妍. 沈阳市中小学生近视流行病学特征及相关影响因素[J]. 中国卫生工程学, 2018,

- 17(5): 700-701.
- [50] Harrington, S.C., *et al.* (2019) Risk Factors Associated with Myopia in Schoolchildren in Ireland. *British Journal of Ophthalmology*, **103**, 1803-1809. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313325>
- [51] Hansen, M.H., Laigaard, P.P., Olsen, E.M., Skovgaard, A.M., Larsen, M., Kessel, L. and Munch, I.C. (2020) Low Physical Activity and Higher Use of Screen Devices Are Associated with Myopia at the Age of 16-17 Years in the CCC2000 Eye Study. *Acta Ophthalmologica*, **98**, 315-321. <https://doi.org/10.1111/aos.14242>
- [52] Choi, K.Y., Yu, W.Y., Lam, C., Li, Z.C., Chin, M.P., Lakshmanan, Y., *et al.* (2017) Childhood Exposure to Constricted Living Space: A Possible Environmental Threat for Myopia Development. *Ophthalmic and Physiological Optics*, **37**, 568-575. <https://doi.org/10.1111/opo.12397>
- [53] 关洁莹, 姜爱新, 朱颖婷, 曹淑娟, 李智冬, 卓小华, 卓业鸿. 广东省珠海市与新疆省喀什市小学生视力和屈光状态的比较[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022, 24(9): 667-674.
- [54] Ma, Y.Y., Lin, S.L., Li, L.P., *et al.* (2021) Socioeconomic Mechanisms of Myopia Boom in China: A Nationwide Cross-Sectional Study. *BMJ Open*, **11**, e044608. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044608>
- [55] Jan, C., Xu, R., Luo, D., Xiong, X., Song, Y., Ma, J. and Stafford, R.S. (2019) Association of Visual Impairment with Economic Development among Chinese Schoolchildren. *JAMA Pediatrics*, **173**, e190914. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.0914>
- [56] Miyazaki, D., Fukagawa, K., Okamoto, S., Fukushima, A., Uchio, E., Ebihara, N., Shoji, J., Namba, K. and Shimizu, Y. (2020) Epidemiological Aspects of Allergic Conjunctivitis. *Allergology International*, **69**, 487-495. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2020.06.004>
- [57] Yuan, T. and Zou, H. (2022) Effects of Air Pollution on Myopia: An Update on Clinical Evidence and Biological Mechanisms. *Environmental Science and Pollution Research International*, **29**, 70674-70685. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22764-9>
- [58] Logan, N.S. and Wolffsohn, J.S. (2020) Role of Un-Correction, Under-Correction and Over-Correction of Myopia as a Strategy for Slowing Myopic Progression. *Clinical and Experimental Optometry*, **103**, 133-137. <https://doi.org/10.1111/cxo.12978>
- [59] 童世琼, 胡敏, 李俊, 周富, 唐茂丹, 洪斌, 吕国栋, 陈家波. 昭通城区混居民族学龄儿童近视配镜现状调查[J]. 中国眼镜科技杂志, 2021(3): 112-115.
- [60] 李兴, 尹忠贵, 刘常明. 近视儿童家长对近视认知和防治意愿的问卷调查[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2019, 27(2): 31-33.
- [61] Labhishetty, V., Chakraborty, A. and Bobier, W.R. (2019) Is Blur Sensitivity Altered in Children with Progressive Myopia? *Vision Research*, **154**, 142-153. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.11.002>