

· 儿少卫生与妇幼保健 ·

# 基于随机森林模型的儿童青少年近视影响因素分析

林米乐<sup>1</sup>, 彭慧<sup>2</sup>, 杨飞飞<sup>2</sup>, 薛俊磊<sup>2</sup>, 张颜菲<sup>2</sup>, 于宏杰<sup>2</sup>, 马飞飞<sup>2</sup>, 彭谦<sup>2</sup>, 王颖<sup>3</sup>, 史慧静<sup>3</sup>

1. 北京协和医学院 中国医学科学院医学信息研究所, 北京 100020;

2. 上海市嘉定区疾病预防控制中心, 上海 201800; 3. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200023

**摘要:**目的 分析儿童青少年近视影响因素, 为精准预防近视提供参考。方法 采用分层整群随机抽样的方法, 于 2021 年 9—10 月选取上海市嘉定区 6 所学校 1 660 名 9~18 岁学生, 进行视力检测和问卷调查, 利用随机森林模型对近视影响因素进行重要性排序, 用滑动窗口序贯向前选择法降维, 将重要性评分最高且平均袋外估算误差率最小的影响因素纳入多因素 logistic 回归分析模型, 估计影响因素的作用方向及效应值。结果 1 660 名儿童青少年近视率 71.99%。随机森林模型显示, 变量数为 6 时平均袋外估算误差率最小。将其纳入多因素 logistic 回归分析模型, 结果显示: 学段增加 (初中:  $OR=5.191$ , 95%  $CI: 3.738 \sim 7.209$ ; 高中:  $OR=6.989$ , 95%  $CI: 4.309 \sim 11.338$ )、父母近视 (单方近视:  $OR=3.669$ , 95%  $CI: 2.723 \sim 4.943$ ; 双方近视:  $OR=5.231$ , 95%  $CI: 3.510 \sim 7.795$ )、读写时长增加 (<1h:  $OR=12.192$ , 95%  $CI: 3.373 \sim 44.066$ ; 1~2h:  $OR=11.985$ , 95%  $CI: 3.364 \sim 42.704$ ;  $\geq 2h$ :  $OR=10.547$ , 95%  $CI: 2.957 \sim 37.622$ )、参加课外学习班 (<6 岁:  $OR=3.114$ , 95%  $CI: 2.046 \sim 4.740$ ;  $\geq 6$  岁:  $OR=1.817$ , 95%  $CI: 1.351 \sim 2.444$ )、天黑后在家读写仅使用屋顶灯 ( $OR=2.921$ , 95%  $CI: 2.009 \sim 4.248$ ) 是近视的危险因素, 睡眠时长  $\geq 8h$  ( $OR=0.383$ , 95%  $CI: 0.264 \sim 0.557$ ) 是近视的保护因素。结论 儿童青少年近视率较高, 近视防控应根据影响因素采取针对性措施。

**关键词:** 随机森林模型; 儿童青少年; 近视; 影响因素

中图分类号: R778.11 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)21-3905-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202404255

## Analysis of influencing factors of myopia in children and adolescents based on random forest model

LIN Mi-le\*, PENG Hui\*, YANG Fei-fei, XUE Jun-lei, ZHANG Yan-fei, YU Hong-jie, MA Fei-fei, PENG Qian, WANG Ying, SHI Hui-jing

\*Peking Union Medical College, Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100020, China

**Abstract: Objective** To analyze the influencing factors of myopia in children and adolescents, providing references for precise myopia prevention. **Methods** A stratified cluster random sampling method was employed to select 1 660 students aged 9 to 18 from six schools in Jiading District, Shanghai, for vision testing and questionnaire surveys from September to October of 2021. The random forest model was utilized to rank the importance of myopia influencing factors, and the sliding window sequential forward selection method was applied for dimensionality reduction. The factors with the highest importance scores and the lowest average out-of-bag estimation error rates were included in a multifactorial logistic regression analysis model to estimate the direction and effect values of the influencing factors. **Results** The myopia rate among the 1 660 children and adolescents was 71.99%. The random forest model indicated that the average out-of-bag estimation error rate was minimized when the number of variables was six. When incorporated into the multifactorial logistic regression analysis model, the results showed that advancing educational stage (junior high:  $OR=5.191$ , 95%  $CI: 3.738 \sim 7.209$ ; senior high:  $OR=6.989$ , 95%  $CI: 4.309 \sim 11.338$ ), parental myopia (one parent myopic:  $OR=3.669$ , 95%  $CI: 2.723 \sim 4.943$ ; both parents myopic:  $OR=5.231$ , 95%  $CI: 3.510 \sim 7.795$ ), increased reading and writing duration (<1h:  $OR=12.192$ , 95%  $CI: 3.373 \sim 44.066$ ; 1~2h:  $OR=11.985$ , 95%  $CI: 3.364 \sim 42.704$ ;  $\geq 2h$ :  $OR=10.547$ , 95%  $CI: 2.957 \sim 37.622$ ), participation in extracurricular classes (<6 years:  $OR=3.114$ , 95%  $CI: 2.046 \sim 4.740$ ;  $\geq 6$  years:  $OR=1.817$ , 95%  $CI: 1.351 \sim 2.444$ ), and using only ceiling lights for reading and writing at home after dark ( $OR=2.921$ , 95%  $CI: 2.009 \sim 4.248$ ) were identified as risk factors for myopia. In contrast, a sleep duration of

**基金项目:** 嘉定区公共卫生优秀人才培养计划-学科后备带头人项目;“沪眼星光”儿童青少年近视防控人员培养项目(HYXG-QJ04);嘉定区卫生健康委委项目(2022-QN-08);复旦大学公共卫生学院-嘉定区卫生健康委公共卫生高质量发展重点专项(GWGZLXK-2023-04)

**作者简介:** 林米乐(2000—),女,硕士在读,研究方向:公共卫生;彭慧(1983—),女,硕士,副主任医师,研究方向:学校卫生工作;林米乐与彭慧为共同第一作者

**通信作者:** 史慧静, E-mail: hjsi@fudan.edu.cn; 王颖, E-mail: wangying1013@fudan.edu.cn; 史慧静与王颖为共同通信作者

$\geq 8$  hours ( $OR=0.383$ ,  $95\%CI: 0.264-0.557$ ) was identified as a protective factor against myopia. **Conclusion** The prevalence of myopia among children and adolescents is high, and targeted measures should be implemented based on the identified influencing factors for myopia prevention and control.

**Keywords:** Random forest model; Children and adolescents; Myopia; Influencing factors

近视是一种常见的屈光不正,眼轴的延长使得远处的物体看起来模糊不清,是儿童青少年最常发生的眼部问题。预计到 2050 年,儿童青少年近视患病率将达 84%<sup>[1]</sup>。近视不仅会影响生活质量,而且一旦发展为高度近视,可能会产生视网膜脱落、黄斑变性、青光眼和白内障等严重并发症的风险,导致不可逆的视力损害,从而带来巨大的社会经济负担<sup>[2-3]</sup>。作为重大公共卫生问题,儿童青少年近视防控已经上升为国家战略<sup>[4]</sup>。目前对近视影响因素的研究较为广泛,但对筛选出的影响因素进行重要性排序的研究较少<sup>[5-9]</sup>。随机森林模型是一种常用的机器学习变量筛选方法,能够精准地对影响因素进行重要性排序,在处理大型数据集和高维特征时具有较高的效率<sup>[10]</sup>。多因素 logistic 回归可通过  $OR$  值判别影响因素的作用方向。研究基于对上海市嘉定区儿童青少年开展的抽样调查,采用随机森林模型结合多因素 logistic 回归的方法,分析儿童青少年近视影响因素,旨在更好地识别近视的高危人群,为政府有关部门制定和完善近视防控政策和措施提供参考。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 采用分层整群随机抽样的方法,于 2021 年 9—10 月从上海市嘉定区 13 个社区中随机选取 2 所小学、2 所初中和 2 所高中,每年级随机抽取 2 个班级开展调查,研究共纳入四年级至高三年级学生 1 660 名。采用抽样公式  $n = u_{\alpha/2}^2 \times \pi(1-\pi)/\delta^2$ ,根据儿童青少年近视率 52.70%<sup>[11]</sup>,考虑 10% 的无应答率,计算得到最小样本量为 1 054 份。本项目经嘉定区疾病预防控制中心伦理审查委员会批准(审批号:2022-04),已取得家长和学生知情同意。

## 1.2 调查方法

**1.2.1 问卷调查** 以班级为单位现场发放问卷,由学生自行填写。问卷由上海市疾病预防控制中心设计,内容包括学生基本信息、饮食运动行为、日常生活习惯、校内用眼环境、校外用眼情况、读写姿势、电子屏幕使用时间、近距离用眼习惯、户外活动及睡眠情况、近视检查及矫治情况。所有问卷均经调查员核查,如有缺项及时由学生现场补填。

**1.2.2 视力检查** 按照《上海市儿童青少年近视调查工作细则 2020》的要求,采用非睫状肌麻痹状态下自动电脑验光的屈光检测,所有参与调查的人员均经过正规培训,现场质量控制符合细则要求。

**1.2.3 评价标准** 筛查性近视定义标准:单眼裸眼视力  $< 5.0$  且等效球镜  $< -0.50$ ,任意一只眼近视即判定为近视。同时佩戴角膜塑形镜的受检者也记录近视人数。

近视率 = (根据标准判定为近视的人数 + 角膜塑形镜佩戴人数) / 调查人数  $\times 100\%$ 。

**1.3 随机森林算法** 随机森林模型的核心思想是通过建立多个决策树,每个决策树都基于对训练数据的不同随机子集进行建模,未被抽取的数据作为测试集计算模型准确率。通过集成多个决策树的预测结果,通常采用投票的方式选取最终的预测结果。研究依据平均准确度下降 (mean decrease accuracy, MDA) 对影响因素的重要性进行排序<sup>[12]</sup>。

**1.4 统计学方法** 使用 R4.3.2 软件进行随机森林算法分析,对影响因素进行重要性排序,并使用滑动窗口序贯向前选择法 (sliding windows sequential forward selection, SWSFS) 依据重要性大小顺序依次加入影响因素,每加入一个影响因素重新进行一次随机森林算法分析,最终找出平均袋外估算误差率最小的影响因素个数。使用 IBM SPSS 20.0 对平均袋外估算误差率最小时的影响因素进行多因素 logistic 回归分析。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。使用 Prism10.0 中文版作图。

## 2 结果

**2.1 上海市嘉定区儿童青少年一般情况** 本研究纳入的 1 660 名儿童青少年,年龄范围 9~18 岁,男生 846 人(50.96%),女生 814 人(49.04%);4~5 年级学生 427 人(25.72%),初中生 704 人(42.41%),高中生 529 人(31.87%)。近视学生 1 195 名,近视率 71.99%,其中男生近视 578 人,近视率 68.32%,女生近视 617 人,近视率 75.80%,两者差异有统计学意义( $\chi^2=11.501$ ,  $P=0.001$ );4~5 年级学生近视 180 人(42.15%),初中生近视 552 人(78.41%),高中生近视 463 人(87.52%),随着学段的升高,近视学生比例也升高( $\chi^2_{趋势}=266.174$ ,  $P<0.001$ )。

**2.2 近视影响因素重要性排序** 以近视为因变量,对涉及饮食运动、生活习惯、用眼情况及睡眠等 59 个影响因素运用随机森林算法进行重要性排序。依据 MDA 值排序前五位影响因素依次是:学段(26.44)、父母近视情况(22.50)、读写时长(8.13)、睡眠时长(8.12)、课外学习班(7.58)。见图 1。依据 MDA 值从高到底排序的影响因素及赋值情况见表 1。

表 1 上海市嘉定区儿童青少年近视影响因素及赋值

Table 1 Influencing factors and attribution of myopia among children and adolescents in Jiading District, Shanghai

影响因素	赋值情况
学段	0=4~5 年级, 1= 初中, 2= 高中
父母近视情况	0= 都不近视, 1= 单一近视, 2= 双方近视
读写时长(h)	0= 没有作业, 1=<1, 2=1~2, 3=≥2
睡眠时长(h)	0=<8, 1=≥8
课外学习班	0= 没参加, 1=<6 岁, 2=≥6 岁
天黑后在家读写用什么灯光	0= 同时使用台灯和屋顶灯, 1= 仅使用台灯, 2= 仅使用屋顶灯
母亲学历	0= 初中及以下, 1= 高中中专, 2= 大专及以上
读写时胸部离桌面一拳	0= 从不, 1= 偶尔, 2= 经常, 3= 总是
读写时眼睛离书本一尺	0= 从不, 1= 偶尔, 2= 经常, 3= 总是
使用电子设备学习 30~40 min 是否休息远眺 10 min	0= 从未或偶尔做到, 1= 半数做到, 2= 经常总是做到
父亲学历	0= 初中及以下, 1= 高中中专, 2= 大专及以上
过去一周中高强度运动天数(d)	0=0, 1=1, 2=2, 3=3, 4=4
饭前便后是否洗手	0= 每次都洗, 1= 基本都洗, 2= 有时洗有时不洗, 3= 几乎不洗, 4= 从来不洗
补习班时长(h)	0= 没有补习班, 1=<1, 2=1~2, 3=≥2
班级座位调换频率	0= 从不, 1= 一学期一次, 2= 一个月一次, 3= 两周一次, 4= 每周一次
过去一周使用手机时长(h)	0= 没用过, 1=<1, 2=≥1
老师上课是否演示 PPT	0= 是, 1= 否
近距离用眼多长时间休息一次眼睛(h)	0=<0.5, 1=0.5~2, 2=≥2
班级座位是否左右轮换	0= 是, 1= 否
读写时手指离笔尖一寸	0= 从不, 1= 偶尔, 2= 经常, 3= 总是
民族	0= 汉族, 1= 其它
看电视屏距离超过 3 m	0= 从不偶尔, 1= 经常总是, 2= 从不看电视
教室座位第几排(排)	0=1, 1=2, 2=3, 3=4, 4=5, 5=6, 6=7, 7=8
看电视屏距离超过 66 cm	0= 从不偶尔, 1= 经常总是, 2= 从不用电脑
过去一周每天使用电子设备超过 1 h	0= 从未或偶尔超过, 1= 半数超过, 2= 经常总是超过
过去一周平均每天看电视时长(h)	0= 从不看, 1=<1, 2=1~2, 3=≥2
过去一周每天使用电子设备超过 15 min	0= 从未或偶尔超过, 1= 半数超过, 2= 经常总是超过
平均每天户外活动时长(h)	0=<1, 1=1~2, 2=≥2
课间活动场所	0= 教学楼内, 1= 户外
走路或乘车看书或电子屏幕	0= 从不或偶尔, 1= 经常或总是
平均每天吃几种新鲜水果	0= 从来不吃或少于每天 1 种, 1=1 种, 2=2 种, 3=3 种及以上
父母是否提醒读写姿势	0= 从不, 1= 偶尔, 2= 经常, 3= 总是
性别	0= 男, 1= 女
平均每天做几次眼保健操	0=1 次, 1=2 次, 2=3 次及以上, 3= 在校不做
平均每天使用电子产品时长(h)	0=<1, 1=1~2, 2=≥2, 3= 不限制
上课是否使用电脑	0= 是, 1= 否
过去一年视力检查次数	0=0 次, 1=1 次, 2=≥2 次
老师是否提醒读写姿势	0= 从不, 1= 偶尔, 2= 经常, 3= 总是
躺着趴着看书或电子屏幕	0= 从不或偶尔, 1= 经常或总是
平均每天使用电脑时长(h)	0= 没用过, 1=<1, 2=≥1
是否喝酒	0= 是, 1= 否
课椅高度根据身高调整频率	0= 从不, 1= 一学年一次, 2= 一学期一次, 3= 两三个月一次
家长是否减少运动时间	0= 经常, 1= 有时, 2= 没有
阳光直射下看书或电子屏幕	0= 从不或偶尔, 1= 经常或总是
天黑后关灯看电子屏幕	0= 从不或偶尔, 1= 经常或总是
是否吸烟	0= 是, 1= 否
平均每天蔬菜种类	0= 从来不吃或少于每天 1 种, 1=1 种, 2=2 种, 3=3 种及以上
平均每天蔬菜频率	0= 从来不吃, 1= 少于每天 1 次, 2= 每天 1 次及以上
早餐频率	0= 天天吃, 1= 有时吃, 2= 从来不吃
家长是否限制电子屏幕时间	0= 是, 1= 否
平均每周体育课频率	0=0 节, 1=1 节, 2=≥2 节
平均每天含糖饮料频率	0= 从来不喝, 1= 少于每天 1 次, 2= 每天 1 次及以上
平均每天油炸食物频率	0= 从来不吃, 1= 少于每天 1 次, 2= 每天 1 次及以上
是否住校	0= 是, 1= 否
家庭经济状况	0= 较好, 1= 一般, 2= 较差
过去一年视力检查次数(次)	0=0, 1=1, 2=2, 3=3, 4=4 及以上
学习成绩	0= 优异, 1= 中等偏上, 2= 中等, 3= 中等偏下, 4= 差
平均每天新鲜水果频率	0= 从来不吃, 1= 少于每天 1 次, 2= 每天 1 次, 3= 每天 2 次及以上
是否弹钢琴	0= 是, 1= 否

**2.3 SWSFS 分析** 根据影响因素重要性排序结果,依次进行 SWSFS 分析。结果显示,平均袋外估算误差率在 0.198 0 ~ 0.251 1, 当影响因素个数为 6 时平均

袋外估算误差率最低,为 0.198 0。前六位影响因素依次为学段、父母近视情况、读写时长、睡眠时长、课外学习班、天黑后在家读写用什么灯光。见图 2。

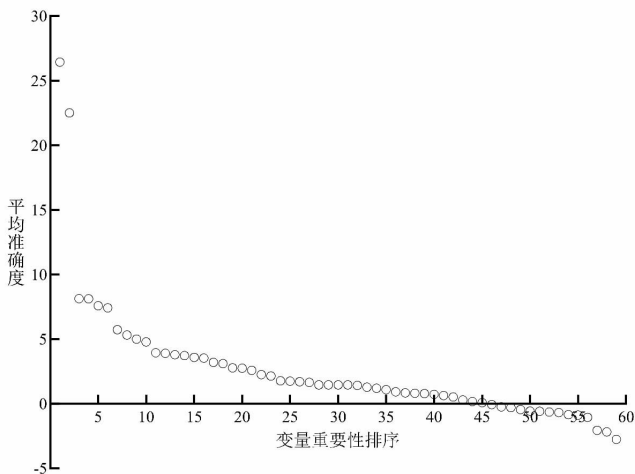


图 1 上海市嘉定区儿童青少年近视影响因素重要性排序

Figure 1 Important factors influencing myopia among children and adolescents in Jiading District, Shanghai, ranked by importance

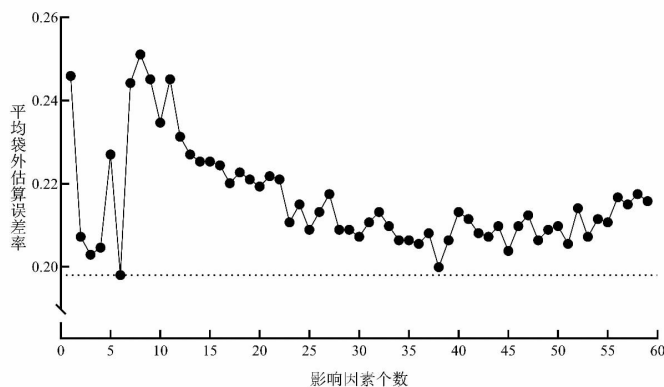


图 2 滑动窗口序贯向前选择法分析结果

Figure 2 The result of sliding windows sequential forward selection

**2.4 效应估计** 以是否近视为因变量,将随机森林筛选出的前六位影响因素为自变量,进行多因素 logistic 回归分析。分析结果由表 2 所示,学段增加(初中:OR=5.191,  $P < 0.001$ ; 高中:OR=6.989,  $P < 0.001$ )、父母近视(单方近视:OR=3.669,  $P < 0.001$ ; 双方近视:OR=5.231,  $P < 0.001$ )、读写时长增加(<1h:

OR=12.192,  $P < 0.001$ ; 1 ~ 2h:OR=11.985,  $P < 0.001$ ;  $\geq 2$ h:OR=10.547,  $P < 0.001$ )、参加课外学习班(<6岁:OR=3.114,  $P < 0.001$ ;  $\geq 6$ 岁:OR=1.817,  $P < 0.001$ )、天黑后在家读写仅使用屋顶灯(OR=2.921,  $P < 0.001$ )是近视的危险因素,睡眠时长  $\geq 8$ h (OR=0.383,  $P < 0.001$ )是近视的保护因素。

表 2 上海市嘉定区儿童青少年近视影响因素多因素 logistic 回归分析

Table 2 Influencing factors of myopia among children and adolescents in Jiading District, Shanghai: multifactor logistic regression analysis

影响因素	$\beta$	$s_{\beta}$	Wald $\chi^2$ 值	P值	OR 值(95%CI)
results					
学段					
4 ~ 5 年级					1.000
初中	1.647	0.168	96.654	<0.001	5.191(3.738 ~ 7.209)
高中	1.944	0.247	62.054	<0.001	6.989(4.309 ~ 11.338)
父母近视					
均不近视					1.000
单方近视	1.300	0.152	73.034	<0.001	3.669(2.723 ~ 4.943)
双方近视	1.655	0.204	66.085	<0.001	5.231(3.510 ~ 7.795)
读写时长(h)					
没有作业					1.000
<1	2.501	0.656	14.550	<0.001	12.192(3.373 ~ 44.066)
1 ~ 2	2.484	0.648	14.678	<0.001	11.985(3.364 ~ 42.704)
$\geq 2$	2.356	0.649	13.183	<0.001	10.547(2.957 ~ 37.622)
睡眠时长(h)					
<8					1.000
$\geq 8$	-0.959	0.190	25.356	<0.001	0.383(0.264 ~ 0.557)
课外学习班(岁)					
没参加					1.000
<6	1.136	0.214	28.096	<0.001	3.114(2.046 ~ 4.740)
$\geq 6$	0.597	0.151	15.581	<0.001	1.817(1.351 ~ 2.444)
天黑后在家读写用什么灯光					
同时使用台灯和屋顶灯					1.000
仅使用台灯	0.022	0.196	0.013	0.910	1.022(0.696 ~ 1.502)
仅使用屋顶灯	1.072	0.191	31.496	<0.001	2.921(2.009 ~ 4.248)

### 3 讨论

本研究显示,上海市嘉定区 9~18 岁儿童青少年近视率 71.99%,其中 4~5 年级近视率 42.15%,初中生 78.41%,高中生 87.52%。略高于 2022 年全国儿童青少年近视调查结果(初中生 71.40%,高中生 81.20%)<sup>[11]</sup>。苏州市 9~18 岁儿童青少年近视率 79.19%<sup>[13]</sup>;重庆市大渡口区儿童青少年近视调查显示<sup>[14]</sup>,初中生近视率 72.89%,高中生近视率 82.92%,与本研究结果相近。

研究采用随机森林算法和多因素 logistic 回归分析模型分析儿童青少年近视的影响因素。结果显示,随着学段的生长,近视患病风险增加,这与庐山<sup>[15]</sup>、武汉<sup>[16]</sup>等地区的研究结论一致。随着学段增长,学生会受到更大压力的学业负担,将更多的时间投入到学习上,也更容易导致近视的发生。父母单方近视或双方近视的学生,其患近视的风险是父母均不近视学生的 3.669 倍(95% CI:2.723~4.943)和 5.231 倍(95% CI:3.510~7.795),这与国内外相关研究结论一致<sup>[17-19]</sup>。近视的发病受到遗传因素稳定而持久的影响,也可能是近视父母容易传递给孩子不良的用眼习惯<sup>[20]</sup>。读写时长增加和参加课外学习班的学生近视患病风险增加,这与一些地区研究结论一致<sup>[21-22]</sup>,较多的读写时长和参加课外学习班加重学生用眼负担,对视力产生不良影响。天黑后在家读写仅使用屋顶灯是近视的危险因素,这与哈尔滨<sup>[23]</sup>、杭州<sup>[24]</sup>等地区的结论一致,读写时光线太弱容易引起视觉疲劳,从而更容易导致近视发生。研究显示睡眠 $\geq 8$ h 是近视的保护因素,这与一些研究结论一致<sup>[25]</sup>,可能是由于睡眠不足,导致了光照与昼夜节律的混乱,进而影响了激素的正常分泌以及眼球的正常发育。保持足够的睡眠时间能够使眼部肌肉等组织得到充分的休息,从而维护眼部健康<sup>[26]</sup>。

综上所述,学段、父母近视、读写时长、睡眠时长、课外学习班及天黑后在家读写用什么灯光是对儿童青少年近视影响较大的六个因素。针对上海市嘉定区儿童青少年近视发生风险较高的六个因素应该实施重点预防或干预,从而降低儿童近视发生发展的风险。研究建议,为了有效防控近视并践行“关口前移”的理念<sup>[27]</sup>,学校和家长应当尽早行动,尽量减轻高年级学生的学习压力,多鼓励学生参与户外锻炼,增加体育活动等。父母近视的家庭应更加关注学生的视力健康,如定期进行视力检查。家长应提供给孩子一个好的用眼环境,天黑后在家综合使用台灯和屋顶灯等,保证读写环境光线充足。同时重视学生睡眠问题,保证充足的睡眠和良好的睡眠质量,预防近视的发生并延缓其发展。

研究存在一定的局限性,一方面,作为横断面调查无法直接推断影响因素与近视的因果关系;另一方面,采用非睫状肌麻痹下验光测量屈光度,可能会高估一些儿童的近视度数。因此,后续研究还可以进一步丰富完善。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

### 参考文献

- [1] Dong L, Kang YK, Li Y, et al. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: A systemic review and Meta-Analysis[J]. *Retina* (Philadelphia, Pa.), 2020, 40(3): 399-411.
- [2] Zhang XL, Jiang JW, Kong KJ, et al. Optic neuropathy in high myopia: Glaucoma or high myopia or both?[J]. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2024, 99: 101246.
- [3] Lin FB, Chen SD, Song YH, et al. Classification of visual field abnormalities in highly myopic Eyes without pathologic change[J]. *Ophthalmology*, 2022, 129(7): 803-812.
- [4] Wolffsohn JS, Whayeb Y, Logan NS, et al. IMI-Global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice-2022 update [J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2023, 64(6): 6.
- [5] 陆盛华,杨帆,姚庆兵,等.扬州市中小学生学习时长与近视的关联探索[J]. *实用预防医学*, 2024, 31(3): 300-304.  
Lu SH, Yang F, Yao QB, et al. Exploring the relationship between sleep duration and myopia in primary and secondary school students in Yangzhou [J]. *Practical Preventive Medicine*, 2024, 31(3): 300-304. (In Chinese)
- [6] 李丹丹,刘堃,王赞昕,等.青少年近视现状及家庭环境影响因素研究[J]. *中国健康教育*, 2024, 40(1): 84-89, 95.  
Li DD, Liu K, Wang YX, et al. Current situation of myopia in adolescents and the influencing factors of family environment [J]. *Chinese Journal of Health Education*, 2024, 40(1): 84-89, 95. (In Chinese)
- [7] 肖洁,苏梅慧,李佩谦,等.云南地区中小学生学习眼轴变化及影响因素分析[J]. *中国学校卫生*, 2024, 45(1): 133-137, 141.  
Xiao J, Su MH, Li PQ, et al. Changes of axial length in primary and secondary school students in Yunnan and associated factors [J]. *Chinese Journal of School Health*, 2024, 45(1): 133-137, 141. (In Chinese)
- [8] 朱超,高希彬.上海市 8-12 岁儿童近视相关因素调查分析:家庭、习惯、环境与运动[J]. *上海教育科研*, 2024, (1): 56-62.  
Zhu C, Gao XB. A survey and analysis of factors related to myopia in children aged 8-12 in Shanghai: family, habits, environment, and exercise [J]. *Shanghai Research on Education*, 2024, (1): 56-62. (In Chinese)
- [9] 张芮,沈丽琴,李鸣,等.青少年近视发展的相关风险因素分析[J]. *现代预防医学*, 2024, 51(1): 65-70.  
Zhang R, Shen LQ, Li M, et al. Analysis of risk factors related to the development of myopia in adolescents [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2024, 51(1): 65-70. (In Chinese)
- [10] 王禹毅,卜志军,李元晔,等.临床预测模型变量筛选方法及比较[J/OL]. *现代中医临床*: 1-9 [2024-09-25]. <https://kns-cnki-net.webvpn.cams.cn/kcms/detail/10.1157.R.20240205.1811.020.htm>.  
Wang YY, Bu ZJ, Li YX, et al. Variable selection methods and

- comparison of clinical prediction models [J/OL]. Modern Chinese Clinic Medicine: 1-9 [2024-09-25]. <https://kns-cnki-net.webvpn.cams.cn/kcms/detail/10.1157.R.20240205.1811.020.htm>. (In Chinese)
- [ 11 ] 国家疾控局网站. 国家疾控局积极推进儿童青少年近视防控近视率呈下降趋势 [EB/OL]. [2024-09-22]. [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202403/content\\_6939270.htm](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202403/content_6939270.htm).  
Guo Jia Ji Kong Ju Wang Zhan. The National disease control and prevention administration National Disease Control and Prevention Administration. The National Disease Control and Prevention Administration promotes the prevention and control of myopia among children and adolescents, and the myopia rate shows a downward trend [EB/OL]. [2024-09-22]. [https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202403/content\\_6939270.htm](https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202403/content_6939270.htm). (In Chinese)
- [ 12 ] 邓淦元, 杨中婷, 杜兴梅, 等. 基于随机森林算法和多因素 logistic 回归分析模型的孕期抑郁影响因素[J]. 中华疾病控制杂志, 2023, 27(9): 1003-1009.  
Deng GY, Yang ZT, Du XM, et al. Exploring the influencing factors of antenatal depression based on random forest algorithm and multivariate logistic regression model [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2023, 27(9): 1003-1009. (In Chinese)
- [ 13 ] 胡佳, 丁子尧, 韩迪, 等. 基于 Framingham 模型的苏州市 9-18 岁学生近视风险模型的构建[J]. 现代预防医学, 2022, 49(4): 581-586.  
Hu J, Ding ZY, Han D, et al. Construction of a myopia risk model for students aged 9-18 in Suzhou based on the Framingham model[J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(4): 581-586. (In Chinese)
- [ 14 ] 隆华, 陆小峰. 2019-2022 年重庆市大渡口区儿童青少年近视患病情况分析[J]. 职业卫生与病伤, 2023, 38(6): 337-342.  
Long H, Lu XF. Analysis on the prevalence of myopia among adolescents in Dadukou District of Chongqing from 2019 to 2022[J]. Journal of Occupational Health and Damage, 2023, 38(6): 337-342. (In Chinese)
- [ 15 ] 杜莲香, 梁莹, 黄润婷. 庐山市中小学生近视患病现状调查及影响因素分析[J]. 深圳中西医结合杂志, 2023, 33(24): 24-27.  
Du LX, Liang Y, Huang RT. Investigation on the current situation of vision among primary and secondary school students in lushan city and analysis of influencing factors[J]. Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2023, 33(24): 24-27. (In Chinese)
- [ 16 ] 谭业丰, 谭晓东. 武汉市中小学生近视流行现状及影响因素分析[J]. 健康教育与健康促进, 2023, 18(5): 464-466, 470.  
Tan YF, Tan XD. Prevalence and influencing factors of myopia among primary and middle school students in Wuhan [J]. Health Education & Health Promotion, 2023, 18 (5): 464-466, 470. (In Chinese)
- [ 17 ] Lee SSY, Mackey DA. Prevalence and risk factors of myopia in young adults: review of findings from the raine study [J]. Front Public Health, 2022, 10: 861044.
- [ 18 ] Lee SSY, Lingham G, Sanfilippo PG, et al. Incidence and progression of myopia in early adulthood[J]. JAMA Ophthalmology, 2022, 140(2): 162-169.
- [ 19 ] Morgan IG, Wu PC, Ostrin LA, et al. IMI risk factors for myopia[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2021, 62(5): 3.
- [ 20 ] 王妍昕, 史伟, 王甜, 等. 陕西省中小学生学习近视及影响因素研究[J]. 中国慢性病预防与控制, 2023, 31(9): 651-654.  
Wang YX, Shi W, Wang T, et al. Influencing factors for myopia among primary and secondary school students in Shaanxi Province[J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2023, 31(9): 651-654. (In Chinese)
- [ 21 ] 朱敏媛. 关于沈阳市沈河区初中及小学生近视影响因素的分析[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2023.  
Zhu MY. Analysis of the factors affecting myopia in Junior high school and primary school students in Shenhe District, Shenyang[D]. Shenyang: China Medical University, 2023. (In Chinese)
- [ 22 ] 韩霄, 马迎华, 陈辉, 等. 北京市东城区小学生用眼行为及家长预防近视影响因素分析 [J]. 中国学校卫生, 2015, 36(10): 1485-1488.  
Han X, Ma YH, Chen H, et al. Influencing factor analysis of myopia prevention behavior among primary school pupils and their parents of Dongcheng district in Beijing [J]. Chinese Journal of School Health, 2015, 36(10): 1485-1488. (In Chinese)
- [ 23 ] 张振峰, 杨超, 高飞, 等. 哈尔滨市中小学生学习近视及相关因素调查[J]. 中国公共卫生管理, 2020, 36(1): 70-73.  
Zhang ZF, Yang C, Gao F, et al. Investigation on myopia and related factors in primary and middle school students in Harbin [J]. Chinese Journal of Public Health Management, 2020, 36 (1): 70-73. (In Chinese)
- [ 24 ] 朱吉如, 段兴翔, 李修义, 等. 杭州市余杭区儿童青少年近视与家庭照明灯具选择调查研究 [J]. 中国校医, 2023, 37(7): 481-484, 495.  
Zhu JR, Duan XX, Li XY, et al. Investigation on current status of myopia and selection of household light-ing facilities among children and adolescents in Yuhang District of Hang-zhou City [J]. Chinese Journal of School Doctor, 2023, 37(7): 481-484, 495. (In Chinese)
- [ 25 ] Wang XX, Liu XT, Lin QX, et al. Association between sleep duration, sleep quality, bedtime and myopia: A systematic review and meta-analysis[J]. Clinical & Experimental Ophthalmology, 2023, 51(7): 673-684.
- [ 26 ] 高帆, 刘雅倩, 陈艳, 等. 中小学生学习时间与视力不良的关联研究[J]. 预防医学, 2021, 33(9): 869-872.  
Gao F, Liu YQ, Chen Y, et al. Association between low vision and sleep duration among primary and middle school students[J]. Journal of Preventive Medicine, 2021, 33(9): 869-872. (In Chinese)
- [ 27 ] 医政医管局. 十四五 " 全国眼健康规划(2021-2025)[EB/OL]. [2024-09-21]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7653/202201/a0bbca89a53f44869852904596cd4e73.shtml>.  
Medical Administration Bureau. Interpretation of the "14th Five-Year Plan for National Eye Health 2021-2025" [EB/OL]. [2024-09-21]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7653/202201/a0bbca89a53f44869852904596cd4e73.shtml>.

收稿日期: 2024-04-13