

# 教室环境与学生近视的关联研究

张锡彦<sup>1,2</sup> 周永林<sup>1,2</sup> 张风云<sup>1,2</sup> 王艳<sup>1,2</sup> 杨文漪<sup>1,2</sup> 项耀<sup>1,2</sup> 王欣<sup>1,2</sup> 黄琦<sup>1,2</sup>

潘臣炜<sup>3</sup> 杨婕<sup>1,2</sup> 代表江苏省学生常见病监测、队列及干预研究工作组

<sup>1</sup>江苏省疾病预防控制中心儿童青少年健康促进所,南京 210000;<sup>2</sup>江苏省公共卫生研究院,南京 210000;<sup>3</sup>苏州大学苏州医学院公共卫生学院,苏州 215123

通信作者:杨婕,Email:51478536@qq.com

**【摘要】目的** 基于江苏省学生常见病监测、队列及干预研究,探索学校环境监测与近视纵向数据的关联性。**方法** 采用以学校为单位的分层整群抽样方法,按整班抽取 1~3 年级的学生,对教室进行了学校环境监测,学生采用全自动电脑验光仪于散瞳(复方托吡卡胺滴眼液)情况下于 2019、2020、2021 年分别进行屈光度验光检查。同时还行眼轴长度监测。采用 Cox 比例风险回归模型探索学校环境监测与学生近视发生发展的关系。**结果** 共有 77 间教室 2 670 名学生纳入了研究,2019~2021 年学生右/左眼散瞳后屈光度均有不同程度的下降( $P<0.001$ ),右/左眼眼轴长度均有不同程度的增长( $P<0.001$ ),小学教室人均面积加权合格率由 2019 年的 18.0% 升高至 2021 年的 26.0%,黑板面平均照度加权合格率由 2019 年的 23.8% 升高至 2021 年的 26.4%,课桌面平均照度加权合格率由 2019 年的 86.7% 降低至 2021 年的 77.5%(趋势  $\chi^2$  检验  $P<0.05$ )。Cox 比例风险回归分析显示,在调整年级、性别、父母近视、饮食、睡眠、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动后,人均面积 1.36~ $m^2$  是眼轴长度的保护因素( $HR=0.778, 95\%CI: 0.659\sim 0.918, P=0.003$ );黑板平均反射比 0.15~0.19 是眼轴长度的保护因素( $HR=0.685, 95\%CI: 0.592\sim 0.793, P<0.001$ );黑板平均照度 150~、300~、500~ lx 是眼轴长度的保护因素( $HR=0.456, 95\%CI: 0.534\sim 0.761, P<0.001$ ;  $HR=0.794, 95\%CI: 0.705\sim 0.895, P<0.001$ ;  $HR=0.690, 95\%CI: 0.619\sim 0.768, P<0.001$ );黑板均匀度 0.40~0.59 是眼轴长度的危险因素( $HR=1.528, 95\%CI: 1.018\sim 2.293, P=0.041$ ),黑板均匀度 0.80~ 是眼轴长度的保护因素( $HR=0.542, 95\%CI: 0.404\sim 0.726, P<0.001$ )。课桌面均匀度 0.40~0.59 是眼轴长度的保护因素( $HR=0.820, 95\%CI: 0.698\sim 0.965, P=0.017$ )。平均照度 150~、300~、500~ lx 是屈光度的保护因素( $HR=0.638, 95\%CI: 0.534\sim 0.761, P<0.001$ ;  $HR=0.911, 95\%CI: 0.848\sim 0.978, P=0.011$ ;  $HR=0.750, 95\%CI: 0.702\sim 0.801, P<0.001$ )。课桌面平均照度 500~ lx 是屈光度的保护因素( $HR=0.855, 95\%CI: 0.763\sim 0.958, P=0.007$ )。**结论** 学校环境监测指标,如人均面积达标、黑板及课桌面相关指标对学生近视发生发展具有保护作用。

**【关键词】** 近视; 学生; 队列; 学校环境监测

**基金项目:**江苏省科技资源统筹服务平台开放课题(TC2022B023)

## The relationship between classroom environment and myopia

Zhang Xiyan<sup>1,2</sup>, Zhou Yonglin<sup>1,2</sup>, Zhang Fengyun<sup>1,2</sup>, Wang Yan<sup>1,2</sup>, Yang Wenyi<sup>1,2</sup>, Xiang Yao<sup>1,2</sup>, Wang Xin<sup>1,2</sup>, Huang Qi<sup>1,2</sup>, Pan Chenwei<sup>3</sup>, Yang Jie<sup>1,2</sup>, for Eastern Chinese Student Surveillance, Cohort and Intervention Study Work Group

<sup>1</sup>Department of Child and Adolescent Health Promotion, Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210000, China; <sup>2</sup>Public Health Research Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210000, China; <sup>3</sup>School of Public Health, Soochow University, Suzhou 215123, China

Corresponding author: Yang Jie, Email: 51478536@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220824-00729

收稿日期 2022-08-24 本文编辑 万玉立

引用格式:张锡彦,周永林,张风云,等.教室环境与学生近视的关联研究[J].中华流行病学杂志,2023,44(4):598-606.

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220824-00729.

Zhang XY, Zhou YL, Zhang FY, et al. The relationship between classroom environment and myopia[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(4):598-606. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220824-00729.



**【Abstract】 Objective** Based on a cohort and intervention study of the Eastern Chinese Student Surveillance, Cohort and Intervention Study (ES-SCI), this research aims to explore the correlation between monitor of the school environment and longitudinal data on myopia and provide evidence for the government myopia intervention strategy. **Methods** This survey adopts the stratified cluster sampling method with the school as the unit. Students from grade 1 to grade 3 were selected according to the whole class to monitor the school environment in the classroom. Students will use the full-automatic computer optometer (TOPCON RM800) to conduct optometry from 2019 to 2021 under the condition of mydriasis to perform refractive eye examinations. Meantime eye axis length monitoring was also conducted. Cox proportional risk regression model was used to explore the relationship between school environmental monitoring and the occurrence and development of students' myopia. **Results** From 2019 to 2021, 2 670 students from 77 classrooms participated in the observation study. The students' diopter after right/left eye mydriasis decreased in varying degrees ( $P<0.001$ ), and the axial length of the right/left eye increased in various degrees ( $P<0.001$ ). The weighted qualified rate of per capita area of primary school classrooms increased from 18.0% in 2019 to 26.0% in 2021, the weighted average illuminance pass rate of blackboard surface increased from 23.8% in 2019 to 26.4% in 2021, and the weighted average illuminance pass rate of classroom table decreased from 86.7% in 2019 to 77.5% in 2021. The trend chi-square test was significant ( $P<0.05$ ). Cox proportional risk regression showed that after correcting for the grade, gender, parental myopia, diet, sleep, near work (sitting posture, working time, electronic mobile equipment, eye exercises), and outdoor activities, the per capita area of  $1.36\text{-m}^2$  was the protective factor of eye axis length ( $HR=0.778$ ,  $95\%CI: 0.659-0.918$ ,  $P=0.003$ ); The average reflection ratio of blackboard 0.15-0.19 was the protective factor of eye axis length ( $HR=0.685$ ,  $95\%CI: 0.592-0.793$ ,  $P<0.001$ ); The average illumination of the blackboard 150-, 300-, 500- lx was the protective factor of the eye axis length ( $HR=0.456$ ,  $95\%CI: 0.534-0.761$ ,  $P<0.001$ ;  $HR=0.794$ ,  $95\%CI: 0.705-0.895$ ,  $P<0.001$ ;  $HR=0.690$ ,  $95\%CI: 0.619-0.768$ ,  $P<0.001$ ). The blackboard evenness 0.40-0.59 was the risk factor of eye axis length ( $HR=1.528$ ,  $95\%CI: 1.018-2.293$ ,  $P=0.041$ ), and the blackboard evenness 0.80- was the protection factor of eye axis length ( $HR=0.542$ ,  $95\%CI: 0.404-0.726$ ,  $P<0.001$ ). The evenness of the desktop 0.40-0.59 was the protective factor of eye axis length ( $HR=0.820$ ,  $95\%CI: 0.698-0.965$ ,  $P=0.017$ ). The average illuminance of 150-, 300-, 500- lx was the protective factor of a diopter ( $HR=0.638$ ,  $95\%CI: 0.534-0.761$ ,  $P<0.001$ ;  $HR=0.911$ ,  $95\%CI: 0.848-0.978$ ,  $P=0.011$ ;  $HR=0.750$ ,  $95\%CI: 0.702-0.801$ ,  $P<0.001$ ). The average illumination of desktop 500- lx was a protective factor of a diopter ( $HR=0.855$ ,  $95\%CI: 0.763-0.958$ ,  $P=0.007$ ). **Conclusion** School environmental monitoring indicators, such as meeting per capita area standards, passing blackboard, and desk top-related indicators, all play protective effects on myopia development in students.

**【Key words】** Myopia; Students; Cohort; School environmental surveillance

**Fund program:** Jiangsu Province Science and Technology Resources Coordination Service Platform Open Subject (TC2022B023)

近年来儿童青少年近视问题已经成为我国学生面临的重要健康问题<sup>[1]</sup>。学校环境是学生在校学习的重要场所,与学生健康密切相关,《儿童青少年近视防控适宜技术指南》指出学校要提供符合用眼卫生要求的教学环境<sup>[2]</sup>。人群观察研究推断基于户外几倍于户内的照度环境的现况,光环境的改造是预防儿童青少年近视发生发展的关键原因<sup>[3-4]</sup>。目前尚缺乏学校环境监测与近视追踪结果关联性研究的相关数据,且多以横断面数据为主,缺乏纵向数据支持。本研究基于江苏省学生常见病监测、队列及干预研究(Eastern Chinese Student Surveillance, Cohort and Intervention Study, ES-SCI 研究),探索学校环境监测与近视的关系。

## 对象与方法

1. 研究对象:4所调查学校均为九年义务教育公立学校,课纲保持一致,以学校为单位采用分层整群抽样方法,按整班抽取1~3年级2 670名学生,学生来自77间教室,调查时间为2019-2021年。见图1。研究对象均由监护人签署知情同意书,本研究通过江苏省CDC伦理委员会审查(批准文号:JSJK2021-B008-02)。

2. 结局变量:①散瞳后屈光度检测:参与近视筛查的学生采用全自动电脑验光仪(TOPCON RM800)散瞳(复方托吡卡胺滴眼液)情况下进行验光检查,判断其屈光状态。筛查设备验光仪符合

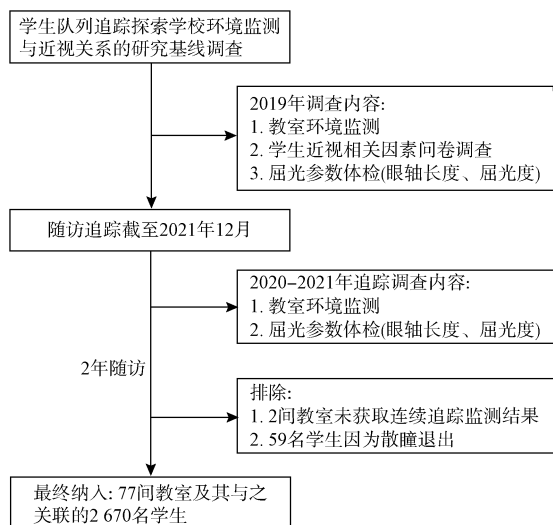


图1 研究对象纳入流程

ISO-10342 眼科仪器验光仪的规定, 筛查机构具备医疗机构执业许可证。②眼轴长度监测: 统一使用尼德克 AL-scan 进行检测。

周期与质量控制: 监测周期每年一次, 调查过程质量控制由专人负责, 同时对关键变量(屈光度)进行 5% 抽检质量控制。

3. 暴露变量: 2019-2021 年记录纳入研究对象所在教室的每年学校环境监测观察值, 内容包括人均面积、课桌椅符合程度、黑板尺寸、黑板平均反射比、黑板面平均照度、黑板均匀度、课桌面平均照度、课桌面均匀度。①人均面积: 使用仪器包括电子测距仪或卷尺, 在抽样教室中测量教室面积及学生人数, 分别计算各教室的人均面积。合格判定标准: 人均面积  $\geq 1.36 \text{ m}^2$  (GB 50099-2011)。②黑板尺寸: 使用仪器包括激光测距仪或钢卷(直)尺, 量取实际可以书写的黑板部分, 不包括黑板边框。使用测量尺时, 以测量尺的“0”为起点, 对齐刻度, 读取刻度时眼睛与测量尺垂直。合格判定标准: 黑板尺寸达到  $3.6 \text{ m}^2$  ( $3.6 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$ ) 为合格 (GB 28231-2011)。③黑板平均反射比: 为提高教室的采光效果, 室内各表面应采用高亮度低彩度的装修, 对房间各表面的反射比有要求, 包括黑板反射比。反射比检测仅限于“粉笔板”, 白板暂无标准。在采光情况下进行测量、关灯、打开窗帘测量。合格判定标准: 黑板平均反射比为 0.15~0.20 (GB 7793-2010)。④黑板面平均照度/均匀度: 合格判定标准: 黑板面平均照度  $\geq 500 \text{ lx}$ 、黑板面均匀度  $\geq 0.8$  (GB 7793-2010)。⑤课桌面平均照度/课桌面均匀度: 合格判定标准: 课桌面表面平均照度  $\geq 300 \text{ lx}$ 、课桌面表面照度均匀度  $\geq 0.7$  (GB 7793-2010)。⑥因为 77 间教室对应

2 670 名学生, 所以本次环境监测的合格率使用每间教室对应的学生数进行加权, 以得出人均加权效应值和合格值。

4. 协变量: 通过问卷调查方式获得相关数据, 调查内容包括人口学特征(性别、年龄)和近视相关影响因素[父母近视、饮食(含糖饮料、甜食)<sup>[5]</sup>、睡眠<sup>[6]</sup>、视近工作<sup>[7]</sup>(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动<sup>[8]</sup>。采用电子问卷由父母扫描二维码协助填写。

5. 判定标准: 睫状肌麻痹下等效球镜度  $< -0.50 \text{ D}$  则判定为近视<sup>[9]</sup>。根据近视度数分类: 低度近视:  $-0.50 \sim -3.00 \text{ D}$ ; 中度近视:  $-3.25 \sim -6.00 \text{ D}$ ; 高度近视:  $> -6.00 \text{ D}$ <sup>[10]</sup>。

6. 统计学分析: 采用 SPSS 19.0 软件对数据进行分析和处理。①符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  进行描述, 两两比较采用  $t$  检验, 不符合正态分布的计数资料以  $M(Q_1, Q_3)$  进行描述, 两两比较采用 Wilcoxon 秩和检验。②多元重复测量数据分析: Cox 比例风险回归模型可以较好地处理多次重复测量的纵向数据模型, 因变量包括: 二分类变量近视, 近视的分类依据为屈光度是否低于  $-0.50 \text{ D}$ ; 二分类变量的眼轴长度, 眼轴长度的分类依据为《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)》中学龄儿童眼轴长度参考区间范围<sup>[11]</sup>。两个模型均调整性别、年级、父母近视、饮食(含糖饮料、吃甜食)、睡眠、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动, 分析时排除基线中中度与高度近视学生 48 名, 从而消除近视率基线差异对结果产生的影响, 分析暴露变量为 2019、2020、2021 年测量的环境监测数据, 包括了每年的人均面积、黑板平均反射比、黑板面平均照度/均匀度、课桌面平均照度/均匀度, 以此探索纵向数据中学校环境与近视相关参数(屈光度、眼轴)的关系, 因为黑板尺寸合格率达 100%, 该变量并未纳入 Cox 比例风险回归模型分析<sup>[12]</sup>。③ Cox 比例风险回归模型分别采用 3 个不同的回归模型分析学校教室环境与近视的关联, 模型 1 调整性别、年级; 模型 2 调整性别、年级、父母近视、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操), 户外活动; 模型 3 调整性别、年级、父母近视、饮食(含糖饮料、吃甜食)、睡眠、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

7. 质量控制:队列监测前:现场组织者在接受省级统一培训后,对参与筛查与调查人员进行二次培训。监测过程中质量控制员进行现场技术指导,同时选择关键变量(屈光度)进行5%质量控制,保证施测过程的顺利进行,防范无效样本。整个监测过程中要求监测环境尽可能安静,保证受测者不受到其他干扰。

## 结 果

1. 基本情况:纳入队列追踪学生 2 670 名,覆盖 77 间教室,其中男生为 1 449 名(54.3%),女生为 1 221 名(45.7%),1 年级学生 821 名(30.8%),2 年级学生 999 名(37.4%),3 年级学生 850 名(31.8%)。整体近视率为 19.1%,其中男生近视率为 18.2%,女生近视率为 20.1%,1 年级近视率为 7.6%,2 年级近视率为 16.1%,3 年级近视率为 33.7%。

2. 视力基线特征及视力变化:2019 年右/左眼散瞳后屈光度  $M(Q_1, Q_3)$  为 0.50 (-0.13, 1.00)/0.63 (0.00, 1.00) D, 2020 年右/左眼散瞳后屈光度  $M(Q_1, Q_3)$  为 0.13 (-0.88, 0.63)/0.25 (-0.75, 0.75) D, 2021 年右/左眼散瞳后屈光度  $M(Q_1, Q_3)$  为 -0.38 (-1.63, 0.38)/-0.13 (-1.38, 0.63) D, 2020、2021 年相比于 2019 年右/左眼散瞳后屈光度均显著下降( $P < 0.001$ )。见表 1。

2019 年右/左眼眼轴长度  $M(Q_1, Q_3)$  为 23.19 (22.80, 23.60)/23.19 (22.80, 23.50) mm。2020 年右/左眼眼轴长度  $M(Q_1, Q_3)$  为 23.50 (23.00, 24.10)/23.50 (23.00, 24.10) mm。2021 年右/左眼眼轴长度  $M(Q_1, Q_3)$  为 23.80 (23.20, 24.40)/

23.76 (23.10, 24.30) mm。2020、2021 年相比于 2019 年,眼轴长度都显著增长( $P < 0.001$ )。见表 2。

3. 学校环境监测:共监测 77 间教室,平均每间教室 34.7 名学生。黑板尺寸人均加权合格率均为 100.0%。教室人均面积人均加权合格率由 2019 年的 18.0% 增长至 2021 年的 26.0%。黑板平均反射比人均加权合格率由 43.2% 降低至 2021 年的 40.0%。黑板面平均照度人均加权合格率由 2019 年的 23.8% 增长至 2021 年的 26.4%。黑板均匀度人均加权合格率由 2019 年的 65.2% 增长至 2021 年的 66.8%。课桌面平均照度人均加权合格率由 2019 年的 86.7% 降低至 2021 年的 77.5%。课桌面均匀度人均加权合格率由 2019 年的 16.3% 增长至 2021 年的 18.8%,趋势  $\chi^2$  检验均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 4. 学校环境监测对近视发展的影响:

(1) 近视相关影响因素:父母是否近视、含糖饮料与食品的食用频率、睡眠习惯与时间、周末户外活动、坐姿(胸口离桌子边沿超过一拳、眼睛距离书本超过一尺)、电子移动设备使用时间、眼保健操每日频率、放学后作业时间在近视与非近视人群中差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 4。

(2) 近视相关因素分析:Cox 比例风险回归分析显示,在调整年级、性别、父母近视、饮食、睡眠、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动后,人均面积  $1.36 \sim m^2$  是眼轴长度的保护因素( $HR=0.778, 95\%CI: 0.659 \sim 0.918, P=0.003$ );黑板平均反射比  $0.15 \sim 0.19$  是眼轴长度的保护因素( $HR=0.685, 95\%CI: 0.592 \sim 0.793, P < 0.001$ );

表 1 2019-2021 年 2 670 名小学生屈光度[D,  $M(Q_1, Q_3)$ ]变化

类别	2019 年	2020 年	2021 年	Z 值 <sup>a</sup>	P 值 <sup>a</sup>	Z 值 <sup>b</sup>	P 值 <sup>b</sup>
1 年级							
右眼	0.75(0.38, 1.13)	0.38(-0.13, 0.88)	0.13(-1.00, 0.63)				
左眼	0.88(0.38, 1.25)	0.50(0.00, 0.88)	0.25(-0.88, 0.63)				
2 年级							
右眼	0.50(0.00, 0.88)	0.13(-0.88, 0.63)	-0.25(-1.50, 0.38)	12.00	<0.001	18.05	<0.001
左眼	0.50(0.00, 1.00)	0.25(-0.75, 0.75)	-0.13(-1.38, 0.63)	8.30	<0.001	14.36	<0.001
3 年级							
右眼	0.13(-0.75, 0.75)	-0.38(-1.54, 0.38)	-0.88(-2.38, 0.25)	9.67	<0.001	14.48	<0.001
左眼	0.25(-0.75, 0.75)	-0.13(-1.41, 0.50)	-0.63(-2.00, 0.38)	5.94	<0.001	10.07	<0.001
合计							
右眼	0.50(-0.13, 1.00)	0.13(-0.88, 0.63)	-0.38(-1.63, 0.38)	18.57	<0.001	28.41	<0.001
左眼	0.63(0.00, 1.00)	0.25(-0.75, 0.75)	-0.13(-1.38, 0.63)	12.66	<0.001	22.47	<0.001

注:年级指的是 2019 年的年级;<sup>a</sup>2020 年与 2019 年相比;<sup>b</sup>2021 年与 2019 年相比

表 2 2019–2021 年 2 670 名小学生眼轴长度[mm,  $M(Q_1, Q_3)$ ]变化

类别	2019 年	2020 年	2021 年	Z 值 <sup>a</sup>	P 值 <sup>a</sup>	Z 值 <sup>b</sup>	P 值 <sup>b</sup>
1 年级							
右眼	23.19(22.50, 23.20)	23.20(22.70, 23.80)	23.50(22.90, 24.00)				
左眼	23.19(22.50, 23.20)	23.20(22.70, 23.80)	23.50(22.90, 24.00)				
2 年级							
右眼	23.19(22.90, 23.50)	23.50(23.00, 24.10)	23.80(23.20, 24.33)	11.70	<0.001	17.42	<0.001
左眼	23.19(22.90, 23.50)	23.50(23.00, 24.10)	23.76(23.20, 24.30)	11.39	<0.001	16.74	<0.001
3 年级							
右眼	23.20(23.00, 24.00)	23.90(23.20, 24.40)	24.10(23.40, 24.70)	10.27	<0.001	14.11	<0.001
左眼	23.20(23.00, 24.00)	23.90(23.30, 24.40)	24.00(23.30, 24.60)	10.05	<0.001	12.88	<0.001
合计							
右眼	23.19(22.80, 23.60)	23.50(23.00, 24.10)	23.80(23.20, 24.40)	16.33	<0.001	25.69	<0.001
左眼	23.19(22.80, 23.50)	23.50(23.00, 24.10)	23.76(23.10, 24.30)	15.95	<0.001	24.64	<0.001

注: 年级指的是 2019 年的年级; <sup>a</sup>2020 年与 2019 年相比; <sup>b</sup>2021 年与 2019 年相比

表 3 2019–2021 年教学环境监测结果(加权人数  $n=2\ 670$ )

教学环境参数	监测值			合格率(%)			趋势检验 $\chi^2$ 值	P 值
	2019 年	2020 年	2021 年	2019 年	2020 年	2021 年		
人均面积( $m^2, \bar{x} \pm s$ )	1.02±0.50	1.09±0.51	1.08±0.47	18.0	25.2	26.0	48.75	<0.001
黑板尺寸( $m^2, \bar{x} \pm s$ )	4.84±0.12	4.86±0.14	4.83±0.13	100.0	100.0	100.0	-	-
黑板平均反射比[ $M(Q_1, Q_3)$ ]	0.14(0.10, 0.16)	0.14(0.10, 0.17)	0.14(0.10, 0.16)	43.2	43.3	40.0	5.81	0.016
黑板面平均照度( $lx, \bar{x} \pm s$ )	376.93±151.80	381.83±149.17	380.27±175.21	23.8	21.9	26.4	4.89	0.027
黑板均匀度( $\bar{x} \pm s$ )	0.80±0.15	0.79±0.17	0.79±0.18	65.2	64.2	66.8	1.53	0.216
课桌面平均照度[ $lx, M(Q_1, Q_3)$ ]	483.94 (358.78, 713.67)	488.56 (359.44, 713.67)	437.67 (321.89, 708.89)	86.7	85.8	77.5	82.15	<0.001
课桌面均匀度( $\bar{x} \pm s$ )	0.51±0.16	0.49±0.18	0.50±0.19	16.3	16.0	18.8	5.94	0.015

黑板平均照度 150~、300~、500~ lx 是眼轴长度的保护因素 ( $HR=0.456, 95\%CI: 0.534\sim 0.761, P<0.001$ ;  $HR=0.794, 95\%CI: 0.705\sim 0.895, P<0.001$ ;  $HR=0.690, 95\%CI: 0.619\sim 0.768, P<0.001$ ); 黑板均匀度 0.40~0.59 是眼轴长度的危险因素 ( $HR=1.528, 95\%CI: 1.018\sim 2.293, P=0.041$ ), 黑板均匀度 0.80~是眼轴长度的保护因素 ( $HR=0.542, 95\%CI: 0.404\sim 0.726, P<0.001$ )。课桌面均匀度 0.40~0.59 是眼轴长度的保护因素 ( $HR=0.820, 95\%CI: 0.698\sim 0.965, P=0.017$ )。平均照度 150~、300~、500~ lx 是屈光度的保护因素 ( $HR=0.638, 95\%CI: 0.534\sim 0.761, P<0.001$ ;  $HR=0.911, 95\%CI: 0.848\sim 0.978, P=0.011$ ;  $HR=0.750, 95\%CI: 0.702\sim 0.801, P<0.001$ )。课桌面平均照度 500~ lx 是屈光度的保护因素 ( $HR=0.855, 95\%CI: 0.763\sim 0.958, P=0.007$ )。见表 5。

## 讨 论

近视已经成为影响中国乃至全球人群健康的

重要公共卫生问题<sup>[13-15]</sup>。近视发生发展呈现进展快、低龄化、高度化的现象<sup>[16-18]</sup>。本研究结果显示, 2019–2021 年江苏省儿童青少年屈光度与眼轴长度呈现出快速变化趋势, 提示近视防控任务艰巨, 在调整了性别、年级、父母近视、饮食、睡眠、视近工作(坐姿、作业时间、电子移动设备、眼保健操)、户外活动协变量后, 学校环境监测指标, 如人均面积达标、黑板及课桌面相关指标合格对学生近视发生发展具有保护作用。

纳入监测的 77 间教学环境与之对应的 2 670 名学生的监测结果显示, 发现人均面积、黑板和课桌面相关指标均存在不同程度的问题。学校教室照明作为直接关系到学生视觉健康的因素正逐步被大众所熟知, 一个好的教室照明环境能有效降低学生的视觉疲劳。《综合防控儿童青少年近视实施方案》中明确要求学校改善教学视觉环境, 为学生提供符合用眼卫生要求的学习光环境, 学校教室照明卫生标准达标率要达到 100%<sup>[19]</sup>。与其他地区监测相比, 存在共性问题, 教学环境亟需

表 4 近视相关危险因素分析

因素	近视	非近视	$\chi^2/\lambda$ 值	P值
父亲文化程度			4.46	0.347
未接受正规教育	3(0.2)	5(0.4)		
小学	38(2.9)	47(3.5)		
初中	474(35.7)	518(38.6)		
高中/中专	552(41.6)	529(39.4)		
大学/大专及以上	261(19.6)	243(18.1)		
母亲文化程度			5.61	0.230
未接受正规教育	5(0.3)	5(0.3)		
小学	52(3.9)	59(4.4)		
初中	552(41.6)	596(44.4)		
高中/中专	491(37.0)	492(36.7)		
大学/大专及以上	228(17.2)	190(14.2)		
父亲近视			17.48	<0.001
是	285(21.5)	204(15.2)		
否	1 043(78.5)	1 138(84.8)		
母亲近视			26.10	<0.001
是	320(24.1)	217(16.2)		
否	1 008(75.9)	1 125(83.8)		
您的孩子喝过几次含糖饮料(如可乐、冰红茶、果粒橙、营养快线等)?			7.17	0.028
从不喝	1 243(93.6)	1 219(90.8)		
<1次/d	84(6.3)	122(9.1)		
≥1次/d	1(0.1)	1(0.1)		
您的孩子吃过几次甜食(包括糖果、蛋糕、巧克力、甜汤等)?			7.00	0.030
从来不吃	1 236(93.1)	1 216(90.6)		
<1次/d	91(6.8)	121(9.0)		
≥1次/d	1(0.1)	5(0.4)		
您的孩子一般早上几点起床?			7.01	0.030
5:00之前	1 252(94.3)	1 234(92.0)		
5:00-6:00	75(5.6)	108(8.0)		
6:00-7:00	1(0.1)	0(0.0)		
您的孩子一般晚上几点睡觉?			7.01	0.030
19:00之前	1 252(94.3)	1 234(92.0)		
19:00-20:00	75(5.6)	108(8.0)		
20:00-21:00	1(0.1)	0(0.0)		
平均睡眠时间(h, $\bar{x}\pm s$ )	10.10±0.23	10.07±0.29	2.41	0.016
周末户外活动(h/d)			5.62	0.018
<0.5	1 252(94.3)	1 234(92.0)		
0.5-1.0	76(5.7)	108(8.0)		
工作日户外活动(h/d)			3.55	0.059
<1	1 239(93.3)	1 226(91.4)		
≥1	89(6.7)	116(8.6)		
您的孩子在读写时,胸口离桌子边沿超过一拳			8.96	0.030
从不	1 237(93.1)	1 218(90.8)		
您的孩子在读写时,眼睛距离书本超过一尺			7.99	0.046
从不	1 239(93.3)	1 218(90.8)		
您的孩子在读写时,手指距离笔尖一寸左右			6.94	0.074
从不	1 237(93.1)	1 219(90.8)		
电子移动设备每天使用时间(h, $\bar{x}\pm s$ )	0.98±0.37	1.01±0.40	-2.30	0.022
一天做几次眼保健操			4.00	0.045
在校1次	1 237(93.1)	1 222(91.1)		
在校≥2次	91(6.9)	120(8.9)		
放学后作业时间(h/d)			6.51	0.011
<1	1 239(93.3)	1 216(90.6)		
≥1	89(6.7)	126(9.4)		

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

表5 基于Cox比例风险回归模型探索学校环境监测与学生近视发生发展的关系

类别	模型1						模型2						模型3						
	屈光度		眼轴长度		屈光度		眼轴长度		屈光度		眼轴长度		屈光度		眼轴长度		P值		
	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	
人均面积(m <sup>2</sup> )																			
0.00~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		
1.36~	1.019(0.934~1.112)	0.667	0.798(0.679~0.937)	0.006	0.954(0.871~1.045)	0.308	0.775(0.656~0.914)	0.003	0.953(0.870~1.043)	0.295	0.778(0.659~0.918)	0.003	0.953(0.870~1.043)	0.295	0.778(0.659~0.918)	0.003	0.953(0.870~1.043)	0.295	0.778(0.659~0.918)
黑板平均反射比																			
0.00~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
0.15~	1.038(0.960~1.124)	0.347	0.722(0.628~0.830)	<0.001	0.958(0.882~1.041)	0.313	0.684(0.591~0.792)	<0.001	0.957(0.881~1.040)	0.297	0.685(0.592~0.793)	<0.001	0.957(0.881~1.040)	0.297	0.685(0.592~0.793)	<0.001	0.957(0.881~1.040)	0.297	0.685(0.592~0.793)
0.20~	1.048(0.920~1.192)	0.482	1.155(0.945~1.412)	0.159	0.992(0.870~1.133)	0.911	1.129(0.919~1.386)	0.248	0.989(0.865~1.129)	0.866	1.131(0.921~1.388)	0.240	0.989(0.865~1.129)	0.866	1.131(0.921~1.388)	0.240	0.989(0.865~1.129)	0.866	1.131(0.921~1.388)
黑板面平均照度(lx)																			
0~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
150~	0.650(0.546~0.775)	<0.001	0.454(0.336~0.613)	<0.001	0.638(0.535~0.762)	<0.001	0.456(0.338~0.616)	<0.001	0.638(0.534~0.761)	<0.001	0.456(0.334~0.761)	<0.001	0.638(0.534~0.761)	<0.001	0.456(0.334~0.761)	<0.001	0.638(0.534~0.761)	<0.001	0.456(0.334~0.761)
300~	0.929(0.866~0.997)	0.042	0.814(0.724~0.915)	0.001	0.910(0.847~0.978)	0.010	0.796(0.706~0.897)	<0.001	0.911(0.848~0.978)	0.011	0.794(0.705~0.895)	<0.001	0.911(0.848~0.978)	0.011	0.794(0.705~0.895)	<0.001	0.911(0.848~0.978)	0.011	0.794(0.705~0.895)
500~	0.768(0.720~0.820)	<0.001	0.693(0.623~0.771)	<0.001	0.750(0.702~0.802)	<0.001	0.690(0.619~0.768)	<0.001	0.750(0.702~0.801)	<0.001	0.690(0.619~0.768)	<0.001	0.750(0.702~0.801)	<0.001	0.690(0.619~0.768)	<0.001	0.750(0.702~0.801)	<0.001	0.690(0.619~0.768)
黑板均匀度																			
0.00~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
0.40~	1.081(0.862~1.355)	0.502	1.301(0.888~1.908)	0.177	1.260(0.991~1.604)	0.060	1.486(0.995~2.219)	0.053	1.250(0.980~1.593)	0.072	1.528(1.018~2.293)	0.041	1.250(0.980~1.593)	0.072	1.528(1.018~2.293)	0.041	1.250(0.980~1.593)	0.072	1.528(1.018~2.293)
0.60~	0.976(0.878~1.084)	0.646	0.900(0.747~1.085)	0.268	0.999(0.898~1.112)	0.987	0.931(0.768~1.128)	0.463	1.000(0.898~1.113)	0.995	0.919(0.758~1.113)	0.387	1.000(0.898~1.113)	0.995	0.919(0.758~1.113)	0.387	1.000(0.898~1.113)	0.995	0.919(0.758~1.113)
0.80~	0.943(0.883~1.006)	0.074	0.951(0.850~1.064)	0.380	0.967(0.905~1.034)	0.328	0.944(0.842~1.058)	0.322	0.976(0.905~1.034)	0.328	0.542(0.404~0.726)	<0.001	0.976(0.905~1.034)	0.322	0.542(0.404~0.726)	<0.001	0.976(0.905~1.034)	0.322	0.542(0.404~0.726)
课桌面平均照度(lx)																			
0~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
150~	0.999(0.502~1.988)	0.997	0.864(0.606~1.232)	0.419	1.005(0.503~2.007)	0.989	0.878(0.615~1.255)	0.476	0.878(0.615~1.255)	0.475	1.003(0.502~2.003)	0.994	0.878(0.615~1.255)	0.475	1.003(0.502~2.003)	0.994	0.878(0.615~1.255)	0.475	1.003(0.502~2.003)
300~	0.940(0.789~1.120)	0.490	1.002(0.712~1.411)	0.991	0.943(0.791~1.125)	0.515	1.024(0.726~1.443)	0.893	0.947(0.794~1.129)	0.541	1.026(0.728~1.447)	0.882	0.947(0.794~1.129)	0.541	1.026(0.728~1.447)	0.882	0.947(0.794~1.129)	0.541	1.026(0.728~1.447)
500~	0.964(0.857~1.085)	0.546	0.948(0.753~1.193)	0.648	0.968(0.860~1.090)	0.591	0.961(0.763~1.210)	0.735	0.855(0.763~0.958)	0.007	0.959(0.762~1.208)	0.723	0.855(0.763~0.958)	0.007	0.959(0.762~1.208)	0.723	0.855(0.763~0.958)	0.007	0.959(0.762~1.208)
课桌面均匀度																			
0.00~	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
0.40~	0.938(0.853~1.031)	0.184	0.841(0.716~0.988)	0.035	0.934(0.848~1.028)	0.160	0.820(0.698~0.964)	0.016	0.933(0.847~1.027)	0.154	0.820(0.698~0.965)	0.017	0.933(0.847~1.027)	0.154	0.820(0.698~0.965)	0.017	0.933(0.847~1.027)	0.154	0.820(0.698~0.965)
0.60~	1.060(0.993~1.132)	0.081	1.059(0.950~1.180)	0.300	1.063(0.995~1.135)	0.069	1.056(0.947~1.177)	0.328	1.064(0.996~1.137)	0.065	1.056(0.947~1.177)	0.328	1.064(0.996~1.137)	0.065	1.056(0.947~1.177)	0.328	1.064(0.996~1.137)	0.065	1.056(0.947~1.177)
0.70~	1.009(0.971~1.048)	0.655	0.991(0.929~1.058)	0.786	0.994(0.956~1.033)	0.744	0.977(0.914~1.045)	0.505	0.992(0.954~1.031)	0.674	0.974(0.911~1.042)	0.444	0.992(0.954~1.031)	0.674	0.974(0.911~1.042)	0.444	0.992(0.954~1.031)	0.674	0.974(0.911~1.042)

注:模型1调整年级、性别;模型2调整年级、性别、户外活动;模型3调整年级、性别、户外活动、膳食、睡眠、近视工作(坐姿、作业时间、电子设备、眼保健操)、户外活动

提高<sup>[20-22]</sup>。

近视追踪纵向数据显示人均面积对视力具有一定的保护作用。近视是由基因与环境共同导致的复杂疾病<sup>[23]</sup>,环境对近视的发生发展起着重要作用,环境因素中视近行为或者户外活动是导致儿童近视发生的主要因素,而对教室环境因素相关的研究较少<sup>[24-25]</sup>。

本研究中提示随着黑板平均反射比应保持在一定范围内(0.15~0.20),过高或者过低可能会增加近视的风险。合适的室内光反射比能提高视觉敏锐度、预防眼部疲劳、减轻人们对眩光的感知,但是较高的或者较低的值反而会适得其反<sup>[26]</sup>。

近视追踪纵向数据验证近视与黑板和课桌面相关指标存在关联性,提示针对控制学生近视问题,改善教学环境是重要的干预手段之一,尤其是提高黑板面相关的环境监测指标。既往研究显示,光照度相差数十倍的室内和室外光环境,也可能是作为光环境因素控制近视的一个线索<sup>[27]</sup>。关于教室灯光照度相关研究较少,且主要是短期追踪或者横断面研究结果。Suh等<sup>[28]</sup>指出在进行了6个月的纵向追踪后,发现教室的高照度有效地减少了眼轴长度增长。Pan等<sup>[29]</sup>对不同的灯光类型对近视影响阐述白炽灯可能比LED灯更能减缓近视的发生发展,提示大样本、长期追踪的相关研究需要进行。

本研究存在局限性。①光环境相关参数数据仅局限于照度、均匀度、反射比,诸如色温、亮度、光源频闪等指标还需要进一步增加;②更加精准的照度测量也需要加入到研究中,例如个体可携带光照测量设备。

综上所述,目前学校教室环境监测相关指标存在不同程度的问题,亟需进一步提高,纵向数据显示学校环境监测指标,如人均面积达标、黑板、课桌面相关指标合格对学生近视发生发展具有保护作用。因此提升学校环境指标,如保证人均面积达标,持续提升黑板面平均照度水平在500 lx以上,保持黑板平均反射比在合格范围内等都是预防近视的手段。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**志谢** 感谢所有参加江苏省学生常见病监测、队列及干预研究项目的调查员

**作者贡献声明** 张锡彦: 酝酿和设计实验、文章撰写、指导;周永林、张风云: 对文章的知识性内容作批评性审阅、行政、技术或材料支持;王艳、杨文漪: 统计分析;项耀、王欣、黄琦: 采集数据;潘臣炜: 指导;杨婕: 实施研究、获取研究经费、行政、技术或材料支持

## 参 考 文 献

- [1] Jan C, Li L, Keay L, et al. Prevention of myopia, China[J]. Bull World Health Organ, 2020, 98(6): 435-437. DOI: 10.2471/BLT.19.240903.
- [2] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发儿童青少年近视防控适宜技术指南的通知[EB/OL]. (2019-10-15) [2022-08-20]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/201910/c475e0bd2de444379402f157523f03fe.shtml>.
- [3] Wu PC, Chen CT, Lin KK, et al. Myopia prevention and outdoor light intensity in a school-based cluster randomized trial[J]. Ophthalmology, 2018, 125(8): 1239-1250. DOI:10.1016/j.ophtha.2017.12.011.
- [4] Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children[J]. Ophthalmology, 2008, 115(8): 1279-1285. DOI: 10.1016/j.ophtha.2007.12.019.
- [5] Li MJ, Tan CS, Foo LL, et al. Dietary intake and associations with myopia in Singapore children[J]. Ophthalmic Physiol Opt, 2022, 42(2): 319-326. DOI: 10.1111/opo.12929.
- [6] Li MJ, Tan CS, Xu LQ, et al. Sleep patterns and myopia among school-aged children in Singapore[J]. Front Public Health, 2022, 10: 828298. DOI: 10.3389/fpubh.2022.828298.
- [7] 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]. Acta Ophthalmol, 2022, 100(2): e430-438. DOI:10.1111/aos.14980.
- [8] Gupta S, Joshi A, Saxena H, et al. Outdoor activity and myopia progression in children: a follow-up study using mixed-effects model[J]. Indian J Ophthalmol, 2021, 69(12):3446-3450. DOI:10.4103/ijo.IJO\_3602\_20.
- [9] Flitcroft DI, He MG, Jonas JB, et al. IMI - defining and classifying myopia: a proposed set of standards for clinical and epidemiologic studies[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2019, 60(3):M20-30. DOI:10.1167/iovs.18-25957.
- [10] 国家卫生健康委员会. 近视防治指南[EB/OL]. (2018-08-11) [2022-08-20]. [http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7652/201806/41974899\\_de984947b8faef92a15e9172.shtml](http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7652/201806/41974899_de984947b8faef92a15e9172.shtml).
- [11] 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. DOI:10.3760/cma.j.cn112142-20210603-00267. Public Health Ophthalmology Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Chinese expert consensus on the reference interval of ocular hyperopia reserve, axial length, corneal curvature and genetic factors in school-age children (2022) [J]. Chin J Ophthalmol, 2022, 58(2): 96-102. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20210603-00267.
- [12] Murad H, Dankner R, Berlin A, et al. Imputing missing time-dependent covariate values for the discrete time Cox model[J]. Stat Methods Med Res, 2020, 29(8):2074-2086. DOI:10.1177/0962280219881168.
- [13] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. Ophthalmology, 2016, 123(5):



- 1036-1042. DOI:10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [14] Xiang ZY, Zou HD. Recent epidemiology study data of myopia[J/OL]. *J Ophthalmol*, 2020, 2020: 4395278. DOI: 10.1155/2020/4395278. eCollection 2020.
- [15] Foster PJ, Jiang Y. Epidemiology of myopia[J]. *Eye (Lond)*, 2014, 28(2):202-208. DOI:10.1038/eye.2013.280.
- [16] Zhang XY, Zhou YL, Yang J, et al. The distribution of refraction by age and gender in a non-myopic Chinese children population aged 6-12 years[J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2020, 20(1): 439. DOI: 10.1186/s12886-020-01709-1.
- [17] Zhang MZ, Li LP, Chen LZ, et al. Population density and refractive error among Chinese children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010, 51(10): 4969-4976. DOI: 10.1167/iovs.10-5424.
- [18] Pärssinen O, Kauppinen M. Risk factors for high myopia: a 22-year follow-up study from childhood to adulthood[J]. *Acta Ophthalmol*, 2019, 97(5): 510-518. DOI: 10.1111/aos.13964.
- [19] 教育部, 国家卫生健康委员会, 国家体育总局, 等. 教育部等八部门关于印发《综合防控儿童青少年近视实施方案》的通知 [EB/OL]. (2018-08-30) [2022-08-20]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe\\_943/s3285/201808/t20180830\\_346672.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/201808/t20180830_346672.html).
- [20] 许华茹, 张睿, 杨柳. 济南市中小学校教学环境监测结果[J]. *中国学校卫生*, 2020, 41(9):1422-1424. DOI:10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.09.041.
- Xu HR, Zhang R, Yang L. Monitoring results of teaching environment in primary and secondary schools in Jinan [J]. *Chin J Sch Health*, 2020, 41(9): 1422-1424. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.09.041.
- [21] 米超, 王光宇, 王天欢, 等. 2014-2018 年沈阳市中小学校教室采光照度卫生状况调查分析[J]. *中国卫生监督杂志*, 2019, 26(3): 258-261. DOI: 10.3969/j.issn.1007-6131.2019.03.012.
- Mi C, Wang GY, Wang TH, et al. Investigation and analysis of lighting hygiene in classrooms of primary, middle schools in Shenyang from 2014 to 2018 [J]. *Chin J Health Insp*, 2019, 26(3): 258-261. DOI: 10.3969/j.issn.1007-6131.2019.03.012.
- [22] 何伦发, 郭艳, 何彬洪. 中山市 2011-2012 年学校教学环境监测情况分析[J]. *中国学校卫生*, 2014, 35(9):1378-1379. DOI:10.16835/j.cnki.1000-9817.2014.09.035.
- He LF, Guo Y, He BH. Monitoring of teaching environment in schools of Zhongshan city during 2011-2012[J]. *Chin J Sch Health*, 2014, 35(9): 1378-1379. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2014.09.035.
- [23] Zhang XY, Fan Q, Zhang FY, et al. Gene-environment Interaction in Spherical Equivalent and Myopia: an Evidence-based Review[J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2022, 29(4):435-442. DOI:10.1080/09286586.2021.1958350.
- [24] Zhang XY, Wang Y, Pan CW, et al. Effect of genetic-environmental interaction on Chinese childhood myopia[J]. *J Ophthalmol*, 2020, 2020: 6308289. DOI: 10.1155/2020/6308289.
- [25] Zhang XY, Yang WY, Yang J, et al. Relationship between family and myopia: based on the Jiangsu school student myopia study[J]. *J Ophthalmol*, 2021, 2021:6754013. DOI: 10.1155/2021/6754013.
- [26] Makaremi N, Schiavoni S, Pisello AL, et al. Effects of surface reflectance and lighting design strategies on energy consumption and visual comfort[J]. *Indoor Built Environ*, 2019, 28(4): 552-563. DOI: 10.1177/1420326X18793170.
- [27] Jiang XY, Kurihara T, Torii H, et al. Progress and control of myopia by light environments[J]. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(5):273-278. DOI:10.1097/ICL.0000000000000548.
- [28] Suh YW, Ha SG, Kim SH. Effect of classroom illuminance on the development and progression of myopia in school children[J]. *Korean J Ophthalmol*, 2022, 36(3): 194-201. DOI:10.3341/kjo.2021.0170.
- [29] Pan CW, Wu RK, Liu H, et al. Types of lamp for homework and myopia among Chinese school-aged children[J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2018, 25(3): 250-256. DOI: 10.1080/09286586.2017.1420204.