

· 流行病学研究 ·

北京市不同户外活动时间中小学生睡眠与近视关系

张京舒, 李婷, 杨涵, 秦冉, 赵海, 王路, 孙冰洁, 郭欣

北京市疾病预防控制中心, 北京 100013

通信作者: 郭欣, E-mail: gguoxin2000@126.com

【摘要】目的 分析北京市中小学生不同户外活动时间下睡眠与近视的关系, 为儿童青少年近视防控提供科学依据。**方法** 于 2021 年 9—12 月采用分层随机整群抽样方法选取 22 957 名中小学生作为研究对象, 采用多因素 logistic 回归模型, 分析不同户外活动时间学生睡眠与近视的关系。**结果** 参与调查学生的近视率为 71.6%, 每天户外活动时间不足的学生占比为 61.0%, 睡眠时间不足的学生占比为 70.0%。睡眠时间不足学生的近视率(73.6%)高于睡眠时间充足的学生(67.2%)($\chi^2 = 96.970, P < 0.001$)。多因素 logistic 回归分析结果显示, 调整性别、城乡、学段、父母是否近视、放学后做作业/读书写字时间、看电视时间、天黑后看电子屏幕时是否关灯后, 在户外活动时间不足的学生中, 睡眠时间不足学生发生近视的风险是睡眠时间充足学生的 1.10 倍(95%CI = 1.03 ~ 1.18, $P < 0.05$)。按性别分析, 男生结果与总体类似, 而女生未发现睡眠与近视存在关联。**结论** 在户外活动时间不足的学生中, 睡眠不足学生的近视率较高。家长和学校应引导学生多参与户外活动, 确保学生睡眠时间充足, 从而减少近视发生的风险。

【关键词】 睡眠; 户外活动; 近视; 学生; 北京市

Relationship between sleep and myopia among primary and secondary school students with different durations of outdoor activities in Beijing: a cross-sectional survey

ZHANG Jingshu, LI Ting, YANG Han, QIN Ran, ZHAO Hai, WANG Lu, SUN Bingjie, GUO Xin
(Beijing Center for Disease Prevention and Control, Beijing 100013, China)Corresponding author: GUO Xin, E-mail: gguoxin2000@126.com

【Abstract】Objective To analyze the relationship between sleep and myopia in primary and secondary school students with different durations of outdoor activities in Beijing, aiming to provide an evidence for myopia prevention and control in the students. **Methods** From September to December 2021, 24 326 students recruited using stratified random cluster sampling from 16 districts in Beijing municipality underwent visual acuity testing and an on-site anonymous online questionnaire survey. A multivariate logistic regression model was used to analyze the relationship between sleep duration and myopia in students with different durations of outdoor activities. **Results** Of the 22 957 valid participants, 71.6% were identified as having myopia, 61.0% reported insufficient time spent outdoors, and 70.0% reported insufficient sleep. The prevalence of myopia was higher in participants with insufficient sleep than in those with sufficient sleep (73.6% vs. 67.2%, $\chi^2 = 96.970; P < 0.001$). Multivariate logistic regression analysis showed that after adjustment for gender, urban/rural residence, education level, parental myopia, daily after-school study time, daily TV viewing time, daily screen viewing time, and whether they turn off the light when viewing screens after dark, among participants who reported insufficient time spent outdoors, those with insufficient sleep had an increased risk of myopia (odds ratio = 1.10, 95% confidence interval: 1.03 – 1.18; $P < 0.05$) compared to those with sufficient sleep; subsequent gender stratification analysis showed that the risk of myopia was increased in male and all participants, but not in female participants. **Conclusion** Among students with inadequate outdoor activity, the prevalence of myopia was higher among those with inadequate sleep, suggesting that parents and teachers should encourage students to participate in more outdoor activity and ensure adequate sleep to reduce the risk of myopia.

【Keywords】 sleep; outdoor activity; myopia; students; Beijing city

近视, 屈光不正的一种类型, 指人眼在调节放松状态下, 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, 其表现为远视力下降^[1]。近视已成为影响中国儿童健康和全面发展的突

出问题, 2022 年全国儿童青少年总体近视率为 51.9%^[2]。儿童越早发生近视眼, 在成年后越有可能成为高度近视眼^[3], 日后发生青光眼、白内障、黄斑变性、视网膜脱离等眼部疾病的概率越高, 甚

开放获取: CC BY-NC-ND 4.0 DOI: [10.11847/zgggws1144056](https://doi.org/10.11847/zgggws1144056)

基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YFC2702102); 北京市卫生健康委员会高层次公共卫生技术人才建设项目(领军人才-01-09)

第一作者: 张京舒(1995-), 医师, 硕士, 研究方向: 儿童生长发育及其影响因素。

收稿日期: 2024-01-18 修回日期: 2024-05-14 录用日期: 2024-06-22 责任编辑: 修桥

利益冲突: 不存在 伦理审查: 已获取 出版授权: 全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议



至会导致不可逆的视力损伤和失明^[4]。近视的发生发展受多种因素影响,如基因、户外活动、受教育程度和视近工作等^[5-6]。人群流行病学研究发现,等效球镜度数随睡眠时间的增长而增加^[7]。同时,充足的户外活动有助于减少睡眠不足的风险^[8]。为了解不同户外活动时间下睡眠与近视的关系,为儿童青少年近视防控提供科学依据,本研究于 2021 年 9—12 月采用分层随机整群抽样方法在北京市 16 个区抽取 22 957 名中小学生进行视力检查和问卷调查,采用多因素 logistic 回归模型分析不同户外活动时间中小学生睡眠与近视关系,结果报告如下。

1 对象与方法

1.1 对象 于 2021 年 9—12 月采用分层随机整群抽样方法选取研究对象,将北京市 16 个区分为城区和郊区,采用直接抽选法在每个城区抽取 2 所小学、2 所初中、2 所高中和 1 所职业高中,每个郊区抽取 2 所小学、2 所初中、1 所高中和 1 所职业高中,各年级以整班为单位进行调查,每个年级至少抽取 80 名学生,不足部分由附近同类型学校补充。由于健康影响因素监测仅在小学 4 年级及以上年级中进行,因此小学 1~3 年级小学生未纳入本次分析。本研究共有 24 326 名学生参与调查,剔除性别、年级、城乡、视力、户外活动时间和睡眠时间缺失或异常的样本后,共纳入 8~18 岁中小学生 22 957 人,有效率为 94.37%。本研究通过北京市疾病预防控制中心伦理委员会审批[批号: NO.2022 年第(24)]。调查前已获得参与者及其父母/法定监护人的口头知情同意。所有参与者及其父母/法定监护人均被告知,本次调查以匿名和保密的方式进行。

1.2 方法

1.2.1 视力检查 由接受培训、熟练掌握检测方法、考核合格的检测人员进行远视力检查和屈光检测,检测人员应持有眼视光相关的国家执业医师、技师或护士资格证书。使用 5 m 标准对数视力表进行远视力检查,屈光检测使用台式自动电脑验光仪,验光仪符合标准(ISO 10342 眼科仪器—验光仪)的规定,在非睫状肌麻痹条件下进行检测。每只眼测量 3 次,取平均值;如其中任意 2 次的球镜度数测量值相差 ≥ 0.50 D,则应进行额外测量,再取平均值。近视判定标准为裸眼视力 < 5.0 且非睫状肌麻痹下电脑验光等效球镜度数 < -0.50 D,凡单眼判定为近视者即为近视;同时,佩戴角膜塑形镜者也判定为近视^[1,9]。

1.2.2 问卷调查 问卷来源于《全国学生常见病

和健康影响因素监测与干预工作方案》^[9]。在学校配合下组织学生统一到机房线上独立匿名填写问卷。问卷内容包括学生基本情况(性别、城乡、学段等)、父母是否近视、户外活动时间、睡眠时间、放学后做作业/读书写字时间、看电视时间、天黑后看电子屏幕时是否关灯(选项包括从不、偶尔、经常、总是)等。户外活动时间通过问题“过去 1 周里,你每天白天户外活动时间是多少(可累计)?”进行测量,选项为 < 1 、 $1 \sim < 2$ 、 $2 \sim < 3$ 、 ≥ 3 h、不知道。分析样本排除选项为“不知道”的学生。每天白天户外活动时间 ≥ 2 h 定义为户外活动时间充足, < 2 h 定义为户外活动时间不足^[10]。睡眠时间通过问题“你平均每天的睡眠时间为多少?”进行测量,根据《中小学生一日学习时间卫生要求》^[11],将小学生 ≥ 10 h、初中生 ≥ 9 h、高中生 ≥ 8 h 定义为睡眠时间充足,反之,定义为睡眠时间不足。

1.2.3 质量控制 使用符合要求的仪器,并在检查前进行校准。质控人员均为卫生专业技术人员,均接受培训及考核,熟练掌握工作流程和项目的检测方法。每天按 5% 的比例随机抽取学生进行复测,若复测后发现检测误差,及时找出原因并进行改进。设置异常值和可疑值范围,对录入数据进行逻辑纠错,确保监测数据的质量。

1.3 统计分析 采用 Epi Data 3.1 进行数据双录入,采用 SPSS 21.0 软件进行分析,计数资料以构成比(%)表示。采用 χ^2 检验比较不同性别研究对象基本特征及各户外活动时间下不同睡眠时间学生近视率的差异,采用二元多因素 logistic 回归分析不同户外活动时间下学生睡眠与近视的关系,并按性别分层。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 不同特征学生分布情况(表 1) 在被调查的 22 957 名小学 4 年级至高中 3 年级学生中,男生 11 751 人(51.2%),女生 11 206 人(48.8%);城市学生 8 574 人(37.3%),乡村学生 14 383 人(62.7%);每天户外活动时间不足的学生 14 010 人(61.0%),睡眠时间不足的学生 16 076 人(70.0%),且男生户外活动时间 < 2 h 学生比例(58.2%)和睡眠时间不足学生比例(67.8%)均低于女生的 64.0% 和 72.3% ($\chi^2 = 79.003$ 、 54.359 , 均 $P < 0.001$);学生近视率为 71.6%,女生近视率(75.5%)高于男生(68.0%) ($\chi^2 = 157.683$, $P < 0.001$);除城乡外,学生学段、父母近视情况、平均每天放学后做作业/读书写字时间、看电视时间、天黑后看电子屏幕时关灯情况在性别间分布差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

表 1 不同特征学生分布比较

Table 1 Number and percentage of boys/girls/all students surveyed by urban/rural area, primary/junior high/senior high school, parental myopia, daily outdoor activity duration, myopia, daily after-school study duration, daily TV viewing duration, daily screen viewing duration, and whether they turn off the light when viewing screens after dark among 22 957 school students aged 8 – 18 years in Beijing city

特征	分类	男生		女生		合计		χ^2 值	P 值
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)		
城乡	城市	4 354	37.1	4 220	37.7	8 574	37.3	0.901	0.343
	乡村	7 397	62.9	6 986	62.3	14 383	62.7		
学段	小学	3 841	32.7	3 746	33.4	7 587	33.0	13.807	0.001
	初中	3 758	32.0	3 756	33.5	7 514	32.7		
	高中	4 152	35.3	3 704	33.1	7 856	34.2		
父母是否近视	父母都不近视	5 534	47.1	5 006	44.7	10 540	45.9	21.416	< 0.001
	只有父亲近视	1 809	15.4	1 739	15.5	3 548	15.5		
	只有母亲近视	2 451	20.9	2 363	21.1	4 814	21.0		
	父母都近视	1 957	16.7	2 098	18.7	4 055	17.7		
户外活动时间(h)	< 2	6 843	58.2	7 167	64.0	14 010	61.0	79.003	< 0.001
	≥ 2	4 908	41.8	4 039	36.0	8 947	39.0		
睡眠时间	充足	3 778	32.2	3 103	27.7	6 881	30.0	54.359	< 0.001
	不足	7 973	67.8	8 103	72.3	16 076	70.0		
近视	是	7 989	68.0	8 456	75.5	16 445	71.6	157.683	< 0.001
	否	3 762	32.0	2 750	24.5	6 512	28.4		
放学后做作业/读书写字时间(h)	没有作业	421	3.6	344	3.1	765	3.3	41.163	< 0.001
	< 1	3 488	29.7	3 153	28.1	6 641	28.9		
	1~< 2	4 123	35.1	3 888	34.7	8 011	34.9		
	2~< 3	2 089	17.8	2 343	20.9	4 432	19.3		
	≥ 3	1 339	11.4	1 229	11.0	2 568	11.2		
	不知道	291	2.5	249	2.2	540	2.4		
看电视的时间(h)	我没有看过	3 124	26.6	3 202	28.6	6 326	27.6	194.004	< 0.001
	< 1	4 742	40.4	4 969	44.3	9 711	42.3		
	1~< 2	2 353	20.0	2 103	18.8	4 456	19.4		
	2~< 3	833	7.1	621	5.5	1 454	6.3		
	3~< 4	296	2.5	161	1.4	457	2.0		
	≥ 4	403	3.4	150	1.3	553	2.4		
天黑后看电子屏幕时关灯吗	从不	7 107	60.5	6 615	59.0	13 722	59.8	32.025	< 0.001
	偶尔	3 404	29.0	3 488	31.1	6 892	30.0		
	经常	748	6.4	759	6.8	1 507	6.6		
	总是	492	4.2	344	3.1	836	3.6		
合计		11 751	100.0	11 206	100.0	22 957	100.0		

2.2 不同户外活动时间与睡眠时间学生近视率比较(表 2) 睡眠时间不足学生的近视率(73.6%)高于睡眠时间充足的学生(67.2%)($\chi^2 = 96.970, P < 0.001$)。在户外活动时间不足的学生中, 睡眠时间充足学生和不足学生的近视率分别为 67.9% 和

74.1%, 差异有统计学意义($\chi^2 = 55.340, P < 0.001$); 在户外活动时间充足的学生中, 睡眠时间充足学生和不足学生的近视率分别为 66.2% 和 72.6%, 差异有统计学意义($\chi^2 = 38.914, P < 0.001$)。按性别分层分析发现, 结果与总体类似。

表 2 不同户外活动时间下不同睡眠时间学生近视率比较

Table 2 Number of boys/girls/all students surveyed, number and proportion of myopic students stratified by sleep sufficiency/deficiency among 22 957 students with sufficient/deficient outdoor activity in Beijing city

户外活动时间	睡眠时间	男生			女生			合计		
		总人数	近视人数	%	总人数	近视人数	%	总人数	近视人数	%
不足	充足	2 062	1 353	65.6	1 894	1 333	70.4	3 956	2 686	67.9
	不足	4 781	3 380	70.7	5 273	4 074	77.3	10 054	7 454	74.1
	χ^2 值	17.437			35.617			55.340		
	P 值	< 0.001			< 0.001			< 0.001		

续表 2
Table 2 Continued

户外活动时间	睡眠时间	男生			女生			合计		
		总人数	近视人数	%	总人数	近视人数	%	总人数	近视人数	%
充足	充足	1 716	1 078	62.8	1 209	857	70.9	2 925	1 935	66.2
	不足	3 192	2 178	68.2	2 830	2 192	77.5	6 022	4 370	72.6
	χ^2 值	14.642			19.767			38.914		
	<i>P</i> 值	<0.001			<0.001			<0.001		
合计	充足	3 778	2 431	64.3	3 103	2 190	70.6	6 881	4 621	67.2
	不足	7 973	5 558	69.7	8 103	6 266	77.3	16 076	11 824	73.6
	χ^2 值	33.887			55.248			96.970		
	<i>P</i> 值	<0.001			<0.001			<0.001		
总计		11 751	7 989	68.0	11 206	8 456	75.5	22 957	16 445	71.6

2.3 不同户外活动时间下睡眠与近视关系的多因素 logistic 回归分析(表 3) 以是否近视为因变量(0 = 否, 1 = 是), 在调整性别、城乡、学段、父母是否近视、放学后做作业/读书写字时间、看电视时间、天黑后看电子屏幕时是否关灯后, 睡眠时间不足学生发生近视的风险高于睡眠时间充足的学生($OR = 1.10$, $95\%CI = 1.03 \sim 1.18$)。在户外

活动时间不足的学生中, 睡眠不足学生发生近视的可能性是睡眠充足学生的 1.13 倍。在户外活动时间充足的学生中, 睡眠不足学生发生近视的风险与睡眠充足的学生比较差异无统计学意义。分性别分析发现, 男生结果与总体类似, 但在女生中, 未发现睡眠与近视存在关联。

表 3 不同户外活动时间下学生睡眠与近视的多因素 logistic 回归分析

Table 3 Association of sleep deprivation with myopia prevalence among 8- to 18-year-old boys/girls/all students with insufficient/sufficient duration of outdoor activity: multivariate logistic regression analysis of data from a cross-sectional survey in Beijing

户外活动时间	男生($n = 11\ 751$)		女生($n = 11\ 206$)		合计($n = 22\ 957$)	
	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>
不足	1.16	1.03~1.31 ^a	1.10	0.97~1.26	1.13	1.04~1.24 ^a
充足	1.05	0.92~1.21	1.06	0.90~1.26	1.06	0.96~1.18
合计	1.11	1.02~1.22 ^a	1.08	0.98~1.20	1.10	1.03~1.18 ^a

注: 以睡眠时间充足为参照; 调整性别、城乡、学段、父母是否近视、放学后做作业/读书写字时间、看电视时间、天黑后看电子屏幕时是否关灯, 性别仅在总体中进行调整; $a P < 0.05$ 。

3 讨论

儿童青少年近视高发、低龄化趋势已引起社会广泛关注, 教育部等八部门印发的《综合防控儿童青少年近视实施方案》提出, 到 2030 年, 小学生近视率下降到 38% 以下, 初中生近视率下降到 60% 以下, 高中阶段学生近视率下降到 70% 以下^[12]。本研究北京市 8~18 岁中小学生近视率为 71.6%, 且女生近视率高于男生, 与既往研究结果一致^[3, 13], 这可能与女生户外活动时间较少, 视近活动较多有关^[14], 提示应更加关注女生的眼健康。

本研究在对各种影响近视的混杂因素进行调整后, 睡眠不足学生发生近视的可能性是睡眠充足学生的 1.10 倍。目前睡眠与近视的关系尚无一致结论, Li R 等^[15] 对上海 10 142 名 7~12 岁学生的横断面研究结果显示, 睡眠时间越长, 患近视的风险越低(与睡眠时长 < 9 h/d 相比, 睡眠时

长 9~10 h/d: $OR = 0.87$, 睡眠时长 ≥ 10 h/d: $OR = 0.77$)。然而, 一项在新加坡 572 名不同种族 9 岁儿童中的研究发现, 控制性别、种族、户外活动时间、近距离工作、父母近视、母亲受教育程度后, 睡眠时间、就寝时间及起床时间与近视无关^[16]。缺乏客观测量工具的使用、控制的混杂因素不同、研究对象的不同等均可能对研究结果的一致性产生影响^[17]。

睡眠与近视关联的生物学机制可能与昼夜节律有关。昼夜节律会因睡眠时间缩短而被打乱, 进而影响控制眼球正视化进程的调节机制^[18]。一项涵盖 542 934 名欧洲人的全基因组关联研究的 meta 分析指出, 控制昼夜节律的遗传因素也参与了近视和屈光不正的发展^[19]。视网膜上的褪黑素与多巴胺是相互抑制的两种物质, 与昼夜节律密切相关^[17]。多巴胺参与组成视网膜内在生物钟网络以调节视网膜神经信号, 并抑制眼球生长, 从而产生了保护视力的作用^[20]。睡眠剥夺使

人类腹侧纹状体多巴胺 D2 受体下调^[21], 引起视网膜多巴胺通路激活减少, 导致眼轴伸长^[22]。褪黑素是一种在昏暗或没有光线的情况下分泌的可促进睡眠的激素^[23], 研究表明, 近视青少年的血清褪黑素浓度高于非近视青少年^[24]。此外, 长时间近距离工作、学习以及少量户外活动的生模式一方面会造成睡眠不足^[25], 另一方面也会增加近视的发生风险^[26]。进一步研究发现, 在户外活动时间不足的学生中, 睡眠不足学生发生近视的风险大于睡眠充足的学生。户外活动增加了儿童接触阳光和新鲜空气的机会, 阳光可刺激视网膜分泌多巴胺, 从而延缓近视的发生发展^[27]。部分学者认为, 室内外光谱组成的差异、血清维生素 D 水平在阳光下暴露增加也有可能户外活动防控近视的过程中发挥作用^[20]。同时, 充足的阳光照射有助于维持正常的昼夜节律^[8], 充足的氧气可提高睡眠质量^[8, 28]。按性别分层分析后, 发现在男生中得到类似的结果, 而在女生户外活动时间不足的学生中, 未发现睡眠时间与近视存在关联, 可能原因是女生近距离用眼时间更长, 学习压力更大^[4]。

综上所述, 在户外活动时间不足的学生中, 相较于睡眠充足的学生, 睡眠不足学生的近视率较高。家长应以身作则, 引导学生多参与户外活动, 保证睡眠时间充足, 养成健康的生活方式。学校应减轻学生学业负担, 为学生创造良好的体育锻炼氛围, 鼓励学生积极参与户外活动, 如增加体育课时等, 确保学生在校户外活动时间, 从而减少近视发生的风险。本研究的局限性有: 本研究为横断面研究, 无法探究睡眠与近视的因果关联; 学生户外活动和睡眠情况通过自填式问卷获得, 可能存在回忆偏倚; 屈光检测未使用统一型号的台式自动电脑验光仪。未来可使用统一型号的仪器, 采用客观测量的方法, 进一步探究睡眠与近视的关系。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家疾病预防控制中心.《儿童青少年近视防控适宜技术指南(更新版)》及解读[EB/OL]. (2021-10-11)[2023-10-22]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899tg/202110/65a3a99c42a84e3f8a1f392d9fea91e.shtml>.
- [2] 国家疾病预防控制中心. 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]. (2024-03-13)[2024-03-17]. https://www.ndcpa.gov.cn/jbkzzx/c100008/common/content/content_1764617954927783936.html.
- [3] 李仕明, 康梦田, 李蕾, 等. 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.
- [4] 钟盼亮, 刘云飞, 马宁, 等. 中国 9 个省(自治区、直辖市)小学生户外时间对近视发生影响的队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(7): 1099-1106.
- [5] Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia[J]. *Nature Reviews Disease Primers*, 2020, 6(1): 99.
- [6] 徐可, 张晟, 卢次勇, 等. 广州市低年级小学生户外活动时间与近视关系[J]. *中国公共卫生*, 2022, 38(6): 686-688.
- [7] Jee D, Morgan IG, Kim EC. Inverse relationship between sleep duration and myopia[J]. *Acta Ophthalmologica*, 2016, 94(3): e204-e210.
- [8] Luo JY, Cao MQ, Sun F, et al. Association between outdoor activity and insufficient sleep in Chinese school-aged children[J]. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 2020, 26: e921617.
- [9] 疾病预防控制中心. 国家卫生健康委办公厅关于印发 2019 年全国学生常见病和健康影响因素监测与干预工作方案的通知[EB/OL]. (2019-03-26)[2023-10-22]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5898bm/201903/1bcbac21e1864377ad24984fac014c7d.shtml>.
- [10] Morgan IG, Wu PC, Ostrin LA, et al. IMI risk factors for myopia[J]. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 2021, 62(5): 3.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 17223—2012 中小学生学习时间卫生要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [12] 中华人民共和国教育部. 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)[2023-11-12]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A17/moe_943/s3285/201808/t20180830_346672.html.
- [13] Dragomirova M, Antonova A, Stoykova S, et al. Myopia in Bulgarian school children: prevalence, risk factors, and health care coverage[J]. *BMC Ophthalmology*, 2022, 22(1): 248.
- [14] Tricard D, Marillet S, Ingrand P, et al. Progression of myopia in children and teenagers: a nationwide longitudinal study[J]. *British Journal of Ophthalmology*, 2022, 106(8): 1104-1109.
- [15] Li R, Chen YT, Zhao AD, et al. Relationships between sleep duration, timing, consistency, and chronotype with myopia among school-aged children[J]. *Journal of Ophthalmology*, 2022, 2022: 7071801.
- [16] Li MJ, Tan CS, Xu LQ, et al. Sleep patterns and myopia among school-aged children in Singapore[J]. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10: 828298.
- [17] 何娟, 王燕惠, 陈燕燕. 儿童青少年近视与睡眠相关性的研究进展[J]. *中国妇幼保健*, 2023, 38(8): 1546-1549.
- [18] Wei SF, Li SM, Liu LR, et al. Sleep duration, bedtime, and myopia progression in a 4-year follow-up of Chinese children: the Anyang childhood eye study[J]. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 2020, 61(3): 37.
- [19] Hysi PG, Choquet H, Khawaja AP, et al. Meta-analysis of 542 934 subjects of European ancestry identifies new genes and mechanisms predisposing to refractive error and myopia[J]. *Nature Genetics*, 2020, 52(4): 401-407.
- [20] 高雨婷, 刘贺婷. 户外活动在近视防控中的作用[J]. *国际眼科纵览*, 2022, 46(6): 554-559.
- [21] Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, et al. Evidence that sleep deprivation downregulates dopamine D2R in ventral striatum in the human brain[J]. *Journal of Neuroscience*, 2012, 32(19): 6711-6717.
- [22] Sensaki S, Sabanayagam C, Chua S, et al. Sleep duration in infants was not associated with myopia at 3 years[J]. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, 2018, 7(2): 102-108.
- [23] Liu XN, Naduvilath TJ, Sankaridurg PR. Myopia and sleep in children—a systematic review[J]. *Sleep*, 2023, 46(11): zsad162.
- [24] Kearney S, O'Donoghue L, Pourshahidi LK, et al. Myopes have significantly higher serum melatonin concentrations than non-myopes[J]. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2017, 37(5): 557-567.
- [25] 李丹琳, 刘民歌, 梁刚, 等. 睡眠及昼夜节律与儿童青少年近视发生的关联[J]. *中国学校卫生*, 2022, 43(9): 1428-1431, 1435.
- [26] Zhang YJ, Zhang XJ, Yuan N, et al. Analysis of secondhand smoke exposure and myopia among children aged 6 to 8 years in Hong Kong[J]. *JAMA Network Open*, 2023, 6(5): e2313006.
- [27] 赵梦雅, 朱懿, 许韶君, 等. 儿童远视储备影响因素研究进展[J]. *中华流行病学杂志*, 2022, 43(10): 1671-1676.
- [28] Bub KL, Buckhalt JA, El-Sheikh M. Children's sleep and cognitive performance: a cross-domain analysis of change over time[J]. *Developmental Psychology*, 2011, 47(6): 1504-1514.