

· 调查研究 ·

天津市 6~15 岁中小学生睡眠与近视的关系

何晴 李睿心 何军廷 杜蓓 刘琳 魏瑞华

天津医科大学眼科医院 天津医科大学眼视光学院 天津医科大学眼科研究所 国家眼耳鼻咽喉疾病临床医学研究中心天津市分中心 天津市视网膜功能与疾病重点实验室, 天津 300384
通信作者: 魏瑞华, Email: rwei@tmu.edu.cn

【摘要】 目的 探究天津市中小学生睡眠与近视的关系。 **方法** 采用横断面研究, 招募 2023 年 1—5 月天津市 6~15 岁中小学生 218 864 人, 采集中小学生的基本信息, 进行儿童睡眠习惯问卷 (CSHQ) 调查。采用 Logistic 回归模型评估纳入人群近视与睡眠的关系。 **结果** 近视者 68 121 例 (占 31.12%), 睡眠障碍者 178 514 例 (占 81.56%)。平均每天睡眠时间 ≤ 8 h、 $>8\sim 9$ h、 $>9\sim 10$ h 和 >10 h 的中小学生近视患病率分别为 52.17% (9 288/17 803)、35.35% (31 037/87 787)、25.18% (24 481/97 216) 和 20.64% (3 315/16 058), 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 6\ 835.649, P < 0.001$)。在校正性别、年龄、体质量指数以及可能的混杂因素后, 与平均每天睡眠时间 >10 h 的中小学生相比, 平均每天睡眠时间 ≤ 8 h ($OR = 1.496, 95\% CI: 1.415 \sim 1.581, P < 0.001$)、 $>8\sim 9$ h ($OR = 1.364, 95\% CI: 1.383 \sim 1.447, P < 0.001$)、 $>9\sim 10$ h ($OR = 1.257, 95\% CI: 1.202 \sim 1.316, P < 0.001$) 的中小学生近视患病风险更高。存在睡眠障碍、就寝习惯不良、入睡潜伏期延长、睡眠持续时间不规律、睡眠焦虑、夜醒、异态睡眠、睡眠呼吸障碍和白天嗜睡的中小学生更容易出现近视。 **结论** 睡眠是影响天津市 6~15 岁中小学生近视的重要因素。

【关键词】 近视; 中小学生; 睡眠; 儿童睡眠习惯问卷; 危险因素

基金项目: 天津市卫生健康科技项目 (TJWJ2024QN027); 天津市教委社会科学重大项目 (2023JWZD09); 天津市自然科学基金青年项目 (24JCQNJC01330); 天津市医学重点学科建设资助项目 (TJYXZDK-3-004A-2)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00313

Association between sleep and myopia in Tianjin schoolchildren aged 6–15 years

He Qing, Li Ruixin, He Juntong, Du Bei, Liu Lin, Wei Ruihua

Tianjin Key Laboratory of Retinal Functions and Diseases, Tianjin Branch of National Clinical Research Center for Ocular Disease, Eye Institute and School of Optometry, Tianjin Medical University Eye Hospital, Tianjin 300384, China
Corresponding author: Wei Ruihua, Email: rwei@tmu.edu.cn

[Abstract] Objective To explore the association between sleep and myopia among students aged 6–15 years in Tianjin. **Methods** A cross-sectional study was conducted. A total of 218 864 primary and secondary school students aged 6–15 years in Tianjin were recruited from January 2023 to May 2023. Basic information and responses to the Children's Sleep Habits Questionnaire (CSHQ) were collected. Logistic regression models were used to assess the association between myopia and sleep. The study followed the Declaration of Helsinki, and the research protocol was approved by the Medical Ethics Committee of Tianjin Medical University Eye Hospital (No. ChiCTR2200065710). All questionnaires and demographic information were collected with parental consent. **Results** It was found that 68 121 (31.12%) students were myopic and 178 514 (81.56%) had sleep disorders. The prevalence of myopia among students with average daily sleep durations of ≤ 8 hours, $>8\sim 9$ hours, $>9\sim 10$ hours, and >10 hours was 52.17% (9 288/17 803), 35.35% (31 037/87 787), 25.18% (24 481/97 216), and 20.64% (3 315/16 058), respectively, and the difference was statistically significant ($\chi^2 = 6\ 835.649, P < 0.001$). After adjusting for sex, age, body mass index, and potential confounding factors, compared with students with average daily sleep duration of >10 hours, students with average daily sleep durations of ≤ 8 hours ($OR = 1.496, 95\% CI: 1.415 \sim 1.581, P < 0.001$), $>8\sim 9$ hours ($OR = 1.364, 95\% CI: 1.383 \sim 1.447, P < 0.001$), and $>9\sim 10$ hours ($OR = 1.257, 95\% CI: 1.202 \sim 1.316, P < 0.001$) had a higher risk of myopia. Students with sleep disorders, bedtime resistance, sleep-onset delay, irregular sleep duration, sleep anxiety, night wakings, parasomnias, sleep-disordered breathing, and daytime sleepiness were more likely to be myopic. **Conclusions** Sleep is a key factor influencing myopia among schoolchildren aged 6–15 years in Tianjin.



[Key words] Myopia; Schoolchildren; Sleep; Children's Sleep Habits Questionnaire; Risk factors

Fund program: Tianjin Health Research Project (TJWJ2024QN027); Major Social Science Project of the Tianjin Municipal Education Commission (2023JWZD09); Tianjin Natural Science Foundation (24JCQNJC01330); Tianjin Key Medical Discipline Construction Project (TJYXZDXK-3-004A-2)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20241115-00313

近视作为常见的屈光不正,已成为影响儿童和青少年视力的主要问题。预计到 2050 年,全球近视人数可达 50 亿^[1]。近视不仅影响患者的视力和日常生活,高度近视还易并发多种眼部疾病,包括白内障、青光眼、视网膜脱离、视网膜劈裂、近视相关黄斑病变、脉络膜新生血管等,严重时甚至导致不可逆的视力损伤。因此,了解并探究近视的危险因素,尤其是与生活相关的因素^[2],对预防和延缓近视进展至关重要。

近年来,睡眠与近视之间的关系受到广泛关注。睡眠障碍也是一个严重的公共健康问题,美国睡眠医学学会建议青少年每天应保证超过 9 h 的睡眠^[3]。研究表明,睡眠与眼部发育之间不仅存在信号通路的重叠,视网膜内在的光敏视网膜神经节细胞在调节睡眠/觉醒周期中也发挥重要作用^[4]。睡眠与近视的关系尚未达成共识。韩国一项研究指出,12 岁青少年的睡眠时间与近视显著相关^[5];而在新加坡的学龄儿童中,未发现睡眠时间与近视之间的联系^[6];中国的一项研究同样也未证实小学生的睡眠时间与近视进展之间的直接联系^[7],这表明仍需进一步研究以明确睡眠与近视的关系。本研究旨在探究天津市中小学生学习睡眠状况与近视的关系,为制订近视的预防和干预措施提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究方法,于 2023 年 1—5 月对天津市 6~15 岁中小学生学习进行问卷调查。共有 280 162 名中小学生学习参加本研究并完成了问卷调查。排除 3 个月内有严重眼部感染或炎症、眼外伤、角膜和结膜化学损伤以及不完整的问卷,最终获得 218 864 份问卷。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,研究方案经天津医科大学眼科医院医学伦理委员会审核批准(批文号:ChiCTR2200065710)。所有问卷和人口统计学信息均在患儿监护人同意的情况下收集。

1.2 方法

1.2.1 基本信息采集 收集受检者一般信息,包括年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、每天使用电子设备时间(<2 h、2~4 h、>4~6 h、>6 h)、每天户外运动时间(<1 h、1~2 h、>2 h)、是否配戴角膜接

触镜(长期配戴、偶尔配戴、不配戴)、是否患有近视。天津市中小学生学习每年均接受眼部健康检查,如发现视力异常,监护人会陪同学生至医院进行一系列眼科检查,包括验光、眼轴测量等。参加本研究的中小学生学习监护人对学生的屈光状态均有清晰了解。

1.2.2 儿童睡眠情况评估 使用儿童睡眠习惯问卷(Children's Sleep Habits Questionnaire, CSHQ)评估中小学生学习过去 1 个月睡眠质量。该问卷收集受检者工作日和周末睡眠时间,通过(工作日平均每天睡眠时间×5+周末平均每天睡眠时间×2)/7 得出平均每天睡眠时间。此外,问卷收集 32 个青少年常见睡眠问题,分为 8 个维度,分别为就寝习惯不良、入睡潜伏期延长、睡眠持续时间不规律、睡眠焦虑、夜醒、异态睡眠、睡眠呼吸障碍和白天嗜睡,每个维度包括不同问题,各问题相加得分为该维度得分。8 个维度总分为 CSHQ 总评分,总分>41 分为睡眠障碍。入睡潜伏期延长、睡眠持续时间不规律、睡眠焦虑、夜醒、异态睡眠、睡眠呼吸障碍 6 个维度中,各维度至少有 1 个题目每周出现 2 d 以上,认为是存在该问题;就寝习惯不良和白天嗜睡 2 个维度,各维度至少 2 个题目每周出现 2 d 以上,认为存在该问题。CSHQ 中文版已被证明具有良好信度和效度^[8]。本研究中问卷信度为 0.786。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计学软件(美国 IBM 公司)进行统计分析。计量资料数据经 Shapiro-Wilk 检验证实符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。计数资料数据以频数和百分比表示,不同平均每天睡眠时间近视患病率比较采用 χ^2 检验。为了探究平均每天睡眠时间、睡眠障碍和睡眠各个维度对近视的影响,采用 Logistic 回归模型,将近视作为因变量,平均每天睡眠时间和 CSHQ 的各个维度分别作为自变量,构建单因素回归模型。随后将年龄、性别、BMI 和可能的混杂因素(每天电子设备使用时间、每天户外运动时间、是否配戴角膜接触镜)纳入到模型中,进行多因素 Logistic 回归分析。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入天津市中小学生学习 218 864 人,其中,男

113 559 人(占 51.89%),女 105 305 人(占 48.11%); 年龄 6~15 岁,平均(10.43±2.44)岁。近视者 68 121 例(占 31.12%),存在睡眠障碍者 178 514 例(占 81.56%)(表 1)。

表 1 受试者一般资料(N=218 864)	
Table 1 General characteristics of the subjects (N=218 864)	
参数	数值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	10.43±2.44
男/女(n)	113 559/105 305
BMI	19.60±5.26
近视人数[n(%)]	68 121(31.12)
CSHQ>41 分人数[n(%)]	178 514(81.56)
平均每天睡眠时间($\bar{x}\pm s$,h)	9.18±0.75
就寝习惯不良评分($\bar{x}\pm s$,分)	8.83±2.22
入睡潜伏期延长评分($\bar{x}\pm s$,分)	1.92±0.89
睡眠持续时间不规律评分($\bar{x}\pm s$,分)	5.23±1.69
睡眠焦虑评分($\bar{x}\pm s$,分)	5.01±1.57
夜醒评分($\bar{x}\pm s$,分)	3.28±0.71
异态睡眠评分($\bar{x}\pm s$,分)	9.33±0.91
睡眠呼吸障碍评分($\bar{x}\pm s$,分)	3.12±0.43
白天嗜睡评分($\bar{x}\pm s$,分)	11.11±2.21

注:BMI:体质量指数;CSHQ:儿童睡眠习惯问卷
Note:BMI:body mass index;CSHQ:Children's Sleep Habits Questionnaire

2.2 平均每天睡眠时间、性别与近视患病率关系分析
平均每天睡眠时间≤8 h、>8~9 h、>9~10 h 和 >10 h 的受检者近视患病率分别为 52.17%(9 288/17 803)、35.35%(31 037/87 787)、25.18%(24 481/97 216)和 20.64%(3 315/16 058),差异有统计学意义($\chi^2=6 835.649, P<0.001$)。当按性别分类时,上述不同平均每天睡眠时间受检者男性近视患病率分别为 24.71%(4 399/17 803)、16.90%(14 830/87 787)、10.77%(11 399/105 868)和 8.90%(1 429/16 058),

女性近视患病率分别为 27.46%(4 889/17 803)、18.46%(16 207/87 787)、12.35%(13 082/105 868)和 11.74%(1 886/16 058)。在>8~9 h 和>10 h 平均每天睡眠时间中,女性受检者近视患病率高于男性,差异有统计学意义($P<0.001$);在≤8 h 和>9~10 h 平均每天睡眠时间中,女性受检者近视患病率高于男性,但差异无统计学意义($P>0.001$)。此外,随着平均每天睡眠时间的延长,近视患病率逐渐下降(图 1)。

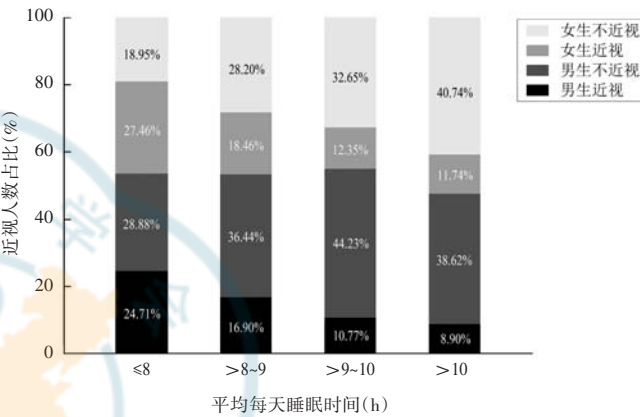


图 1 不同性别中小学生平均每天睡眠时间与近视患病率之间的关系
Figure 1 Relationship between average daily sleep duration and myopia prevalence among male and female primary and secondary school students

2.3 平均每天睡眠时间与近视二元 Logistic 回归分析
Logistic 回归分析显示,在校正性别、年龄、BMI 及混杂因素后,平均每天睡眠时间≤10 h 的中小学生比平均每天睡眠时间>10 h 的中小学生更易近视(表 2)。
2.4 睡眠不同维度与近视二元 Logistic 回归分析
睡眠障碍、就寝习惯不良、入睡潜伏期延长、睡眠持续时间不规律、睡眠焦虑、夜醒、异态睡眠、睡眠呼吸障碍和白天嗜睡学生更易出现近视。在校正了性别、年龄、BMI 及混杂因素后,这种关系依然存在(表 3)。

表 2 平均每天睡眠时间与近视的 Logistic 回归分析										
Table 2 Logistic regression analysis between myopia and average daily sleep duration										
平均每天睡眠时间	校正性别和年龄					校正性别、年龄、BMI 和混杂因素				
	回归系数	标准误	Wald 值	OR (95% CI)	P 值	回归系数	标准误	Wald 值	OR (95% CI)	P 值
≤8 h	0.456	0.027	284.030	1.578(1.496-1.663)	<0.001	0.403	0.028	203.009	1.496(1.415-1.581)	<0.001
>8~9 h	0.352	0.022	251.704	1.424(1.363-1.487)	<0.001	0.324	0.023	193.177	1.364(1.383-1.447)	<0.001
>9~10 h	0.235	0.022	112.436	1.266(1.212-1.322)	<0.001	0.229	0.023	97.439	1.257(1.202-1.316)	<0.001

注:平均每天睡眠时间>10 h 为 Logistic 回归分析的参照组 OR:比值比;CI:置信区间;BMI:体质量指数
Note:The reference group for Logistic regression analysis was average daily sleep duration of >10 hours OR:odds ratio;CI:confidence interval;BMI:body mass index

表 3 睡眠不同维度与近视的 Logistic 回归分析
Table 3 Logistic regression analysis of myopia and different dimensions of sleep

CSHQ 各个维度	非近视 (N=150 743)	近视 (N=68 121)	校正性别和年龄					校正性别、年龄、BMI 和混杂因素				
			回归系数	标准误	Wald 值	OR (95%CI)	P 值	回归系数	标准误	Wald 值	OR (95%CI)	P 值
睡眠障碍	124 073	54 441	0.158	0.013	148.902	1.171 (1.142-1.201)	<0.001	0.090	0.013	44.791	1.094 (1.066-1.124)	<0.001
就寝习惯不良	105 455	46 827	0.080	0.011	52.968	1.083 (1.060-1.107)	<0.001	0.068	0.001	23.017	1.071 (1.047-1.095)	<0.001
入睡潜伏期延长	94 959	44 330	0.101	0.011	89.865	1.106 (1.083-1.129)	<0.001	0.101	0.011	83.470	1.106 (1.083-1.131)	<0.001
睡眠持续时间不规律	116 445	55 031	0.183	0.013	212.201	1.201 (1.172-1.231)	<0.001	0.168	0.013	163.204	1.183 (1.153-1.214)	<0.001
睡眠焦虑	69 845	23 701	0.140	0.011	160.032	1.150 (1.126-1.175)	<0.001	0.105	0.012	82.157	1.110 (1.085-1.136)	<0.001
夜醒	25 756	12 477	0.057	0.013	18.218	1.059 (1.031-1.087)	<0.001	0.048	0.014	11.890	1.049 (1.021-1.078)	<0.001
异态睡眠	45 654	21 633	0.190	0.011	297.360	1.209 (1.184-1.236)	<0.001	0.172	0.012	222.450	1.187 (1.161-1.215)	<0.001
睡眠呼吸障碍	14 234	6 569	0.173	0.017	100.122	1.189 (1.149-1.230)	<0.001	0.131	0.018	52.479	1.140 (1.100-1.181)	<0.001
白天嗜睡	115 265	54 570	0.319	0.012	652.854	1.375 (1.342-1.410)	<0.001	0.328	0.013	627.401	1.388 (1.353-1.424)	<0.001

注:CSHQ:儿童睡眠习惯问卷;OR:比值比;CI:置信区间;BMI:体质量指数

Note:CSHQ:Children's Sleep Habits Questionnaire;OR:odds ratio;CI:confidence interval;BMI:body mass index

3 讨论

本研究通过 CSHQ 对天津市中小学生睡眠状况进行评估,结果显示 CSHQ 评分为 (47.82 ± 6.08) 分,与同龄儿童研究结果相似^[9-10]。本研究 81.56% 中小学生学习存在睡眠障碍,与上海市 79.99% 的研究结果相近^[11]。天津市中小学生平均每天睡眠时间为 (9.18 ± 0.75) h,与国内其他研究结果基本一致^[7,12]。此外,31.12% 的中小学生患有近视,与天津市其他研究较为一致^[13-14]。一项 meta 分析结果显示,我国 3~19 岁儿童和青少年的近视患病率为 37.7%^[15],与本研究的近视患病率较一致。

本研究发现,平均每天睡眠时间是影响近视的重要因素。在 6~15 岁的中小学生中,随着平均每天睡眠时间延长,近视患病率逐渐下降;女性近视患病率略高于男性,但该差异无统计学意义。国内其他研究^[16-18]、法国研究^[19]、波兰研究^[20]等同样发现 6~18 岁男性的近视患病率明显低于女性,可能与男性的户外运动时间长、女性有更多的近距离用眼行为等因素有关;同时女性比男性更早进入青春期,雌激素可能通过扩张 Bruch 膜或调控 RPE 基因的表达引起眼轴增长^[21]。此外,平均每天睡眠时间少于 10 h 的学生比

平均每天睡眠时间超过 10 h 的学生更容易发生近视。尽管不同研究对睡眠与近视关系的看法不一,但部分研究支持本研究结果。Jee 等^[5]发现 12~19 岁近视青少年较非近视青少年平均每天睡眠时间更短;Lin 等^[22]研究指出,平均每天睡眠时间少于 8 h 的儿童,近视风险是平均每天睡眠时间超过 9 h 儿童的 1.49 倍;Ayaki 等^[23]在日本进行的一项研究表明,在 10~19 岁的青少年中,平均每天睡眠时间短与高度近视之间存在显著相关性。然而,中国一项为期 4 年的纵向研究,在 (7.09 ± 0.41) 岁的 1 887 名儿童中,未发现睡眠时间、就寝时间与近视进展、眼轴长度之间存在显著相关性^[7]。这些研究结果的差异可能与样本量不同、是否充分校正混杂因素、睡眠评估方法不同等因素有关。本研究纳入了足够大的样本量,并且校正了混杂因素,如每天电子设备使用时间、每天户外运动时间、是否配戴角膜接触镜。过度使用电子产品,尤其是在睡前,会抑制褪黑素的分泌,从而影响睡眠质量和睡眠时长^[24]。长时间使用电子产品会增加近距离工作时间,这也与近视的发展有关^[25]。有研究表明,户外活动可以改善睡眠质量,特别是在白天进行户外活动可以增加夜间褪黑素的分泌,改善睡眠质量^[26]。户外运动和光照可以刺激视网膜释放多巴胺,减缓眼轴增长,延缓

近视发展^[27]。对于配戴角膜接触镜的儿童,角膜接触镜的舒适度和眼部健康状态也可能会影响睡眠质量^[28]。本研究在校正了混杂因素后,依然发现睡眠会对近视产生影响。这可能表明睡眠对近视的发病机制有着一定影响,两者之间可能存在共同的生理途径。

目前很多研究仅关注睡眠时间,但会过于简化睡眠作为一种时间使用行为的复杂性,因为睡眠的多个方面均与近视的发生有着密切关系。在中国一项针对学龄儿童的随访研究中发现,晚睡(就寝时间在 21:30 及之后)是基线近视发病率($OR: 1.55, 95\%CI: 1.02 \sim 2.34$)和 2 岁近视发病率($OR: 1.45, 95\%CI: 1.05 \sim 2.00$)升高的危险因素^[29]。一项横断面研究也发现,近视与假期晚睡呈正相关^[30]。在法国一项队列研究中,较晚就寝时间与近视发生密切相关^[31]。总的来说,多数研究认为睡眠的不同维度与近视之间存在联系,本研究结果也显示睡眠的多个维度均可影响近视。因此,在探讨近视预防和干预措施时,应综合考虑睡眠的多个维度,包括睡眠时间、睡眠质量和就寝时间等。

在儿童和青少年中,睡眠与近视风险之间的确切机制尚未明确。作息时间不规律是昼夜节律紊乱的一种表现,这种紊乱会影响眼轴长度、脉络膜厚度和眼压等眼部参数^[32]。在正常昼夜节律下,眼轴在白天最长,夜晚最短,脉络膜厚度夜间最厚,白天最薄^[33]。当昼夜节律发生变化时,眼轴长度和脉络膜厚度节律也发生变化,从而可能导致近视^[34]。此外,神经内分泌也可能影响近视发展。当光刺激视网膜时,下丘脑视交叉上核通过内在光敏感视网膜神经节细胞接收来自视网膜的光信号,抑制松果体分泌褪黑素^[35],出现睡眠障碍,促使近视的发生和发展^[36]。Chakraborty 等^[37]发现 8~15 岁近视儿童的褪黑素昼夜节律较正常儿童延迟近 1 h,且夜间褪黑素分泌量显著降低,进一步证实了褪黑素水平的延迟和降低可能与近视发展有关。此外,研究表明睡眠不足还会降低人类腹侧纹状体中多巴胺 D2 受体浓度。腹侧纹状体中多巴胺 D2 受体下调,减少视网膜多巴胺能通路激活,从而导致眼轴延长^[38]。除了褪黑素和多巴胺通过昼夜节律影响近视之外,有研究探讨了睡眠与近视共同的分子机制,Šbornova 等^[39]发现 PDE11A-Y727C 错义突变体可通过影响 PDE11A4 蛋白同时改善睡眠质量和降低近视风险,并且在小鼠视网膜中发现了 PDE11A4 蛋白富集。总之,昼夜节律与眼球屈光发育之间存在密切关系,但机制尚不明确,仍需进一步研究。

本研究首次采用大规模人群调查探究了天津市中小

学儿童睡眠对近视的影响,研究的大样本量使得本研究结果更具代表性,能够更好地推广到更广泛的人群中。同时采用适合儿童的睡眠问卷对睡眠各个维度进行评估,结果表明在校正了年龄、性别、BMI 和一些混杂因素后,如每天电子设备使用时间、每天户外运动时间和是否配戴角膜接触镜,睡眠仍是影响近视的重要因素,这提示在制订近视防控策略中,改善中小学生的睡眠也是医院、学校、家庭需要重视的问题。

本研究仍存在一定局限性:本研究属于横断面研究,无法解释近视与睡眠之间的因果关系。虽然校正了大量混杂因素,但未获取父母近视信息、户外光照具体时间、家庭经济状况、学习压力等。同时,睡眠数据采用问卷获取,可能存在回忆偏差。未来的研究可以采用更多客观手段来评估睡眠状况。此外,本研究中近视判定是基于监护人提供的信息,这可能导致未能捕捉到视力轻微异常且未经医院检查的情况,从而低估近视患病率。然而,本研究结果与天津市同龄儿童近视患病率相近,这为研究的可靠性提供了一定支持依据。为了提高诊断的准确性,未来研究可考虑使用睫状肌麻痹验光结果,并结合医院诊断数据,以确保对近视的定义更为准确。总的来说,近视与睡眠之间关系复杂,涉及生物节律、眼球发育、环境、行为等多个方面,未来研究需要进一步探索睡眠在近视发展中的具体作用机制,以及如何通过改善睡眠来预防和控制近视。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 何晴:试验设计、数据收集和统计、文章撰写及修改;李睿心、何军廷:数据收集;杜蓓:文章修改;刘琳、魏瑞华:试验设计、研究指导、对文章内容进行审阅及定稿

参考文献

- [1] 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.
- [2] Bullimore MA, Ritchey ER, Shah S, et al. The risks and benefits of myopia control [J]. *Ophthalmology*, 2021, 128(11): 1561–1579. DOI: 10.1016/j.ophtha.2021.04.032.
- [3] Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, et al. Consensus statement of the American academy of sleep medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: methodology and discussion [J]. *J Clin Sleep Med*, 2016, 12(11): 1549–1561. DOI: 10.5664/jcs.m.6288.
- [4] Zhang Z, Beier C, Weil T, et al. The retinal ipRGC-preoptic circuit mediates the acute effect of light on sleep [J]. *Nat Commun*, 2021, 12(1): 5115. DOI: 10.1038/s41467-021-25378-w.
- [5] Jee D, Morgan IG, Kim EC. Inverse relationship between sleep duration and myopia [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2016, 94(3): e204–210 [2025-05-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26031352/>. DOI: 10.1111/aos.12776.
- [6] Li M, Tan CS, Xu L, 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] Wei SF, Li SM, Liu L, et al. Sleep duration, bedtime, and myopia progression in a 4-year follow-up of Chinese children: the Anyang childhood eye study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2020, 61(3): 37.

- DOI:10.1167/iov.61.3.37.
- [8] Meng R, Kato T, Mastrotheodoros S, et al. Adaptation and validation of the Chinese version of the sleep quality questionnaire[J]. *Qual Life Res*, 2023, 32(2): 569–582. DOI:10.1007/s11136-022-03241-9.
 - [9] Liu X, Liu L, Owens JA, et al. Sleep patterns and sleep problems among schoolchildren in the United States and China[J]. *Pediatrics*, 2005, 115(1 Suppl): 241–249. DOI:10.1542/peds.2004-0815F.
 - [10] Li J, Zhang SY, Fan Z, et al. Impaired sleep quality in children with allergic conjunctivitis and their parents[J]. *Eye (Lond)*, 2023, 37(8): 1558–1565. DOI:10.1038/s41433-022-02182-4.
 - [11] Li R, Chen Y, Zhao A, et al. Relationships between sleep duration, timing, consistency, and chronotype with myopia among school-aged children[J]. *J Ophthalmol*, 2022, 2022: 7071801. DOI:10.1155/2022/7071801.
 - [12] Li XD, Tai J, Xu ZF, et al. Sleep duration and factors related to sleep loss in 3–14-year-old children in Beijing: a cross-sectional survey[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2018, 131(15): 1799–1807. DOI:10.4103/0366-6999.237403.
 - [13] 崔庭凯, 刘盛鑫, 席薇, 等. 天津市 6~14 岁儿童少年屈光参数的环境因素研究[J]. *中华预防医学杂志*, 2021, 55(4): 453–459. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20210104-00004.
 - Cui TK, Liu SX, Xi W, et al. Related environmental factors of refractive parameters in children and adolescents aged 6–14[J]. *Chin J Prev Med*, 2021, 55(4): 453–459. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20210104-00004.
 - [14] 金楠, 杜蓓, 宋德胜, 等. 天津市中小学生学习用眼行为调查及近视相关影响因素研究[J]. *眼科新进展*, 2024, 44(4): 302–305, 310. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2024.0059.
 - Jin N, Du B, Song DS, et al. A survey of common eye behaviors and influencing factors of myopia in primary and secondary school students in Tianjin[J]. *Rec Adv Ophthalmol*, 2024, 44(4): 302–305, 310. DOI:10.13389/j.cnki.rao.2024.0059.
 - [15] 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*, 2020, 40(3): 399–411. DOI:10.1097/IAE.0000000000002590.
 - [16] 胡钦瑞, 王依, 王海燕, 等. 2019—2021 年中小学生眼健康筛查数据分析报告[J]. *中华实验眼科杂志*, 2023, 41(1): 69–77. DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20220803-00361.
 - Hu QR, Wang Y, Wang HY, et al. Analysis of eye screening data in primary and middle school students from 2019 to 2021[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2023, 41(1): 69–77. DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20220803-00361.
 - [17] Li SM, Wei S, Atchison DA, et al. Annual incidences and progressions of myopia and high myopia in Chinese schoolchildren based on a 5-year cohort study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2022, 63(1): 8. DOI:10.1167/iov.63.1.8.
 - [18] Ma Y, Zou H, Lin S, et al. Cohort study with 4-year follow-up of myopia and refractive parameters in primary schoolchildren in Baoshan District, Shanghai[J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2018, 46(8): 861–872. DOI:10.1111/ceo.13195.
 - [19] Tricard D, Marillet S, Ingrand P, et al. Progression of myopia in children and teenagers: a nationwide longitudinal study[J]. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(8): 1104–1109. DOI:10.1136/bjophthalmol-2020-318256.
 - [20] Czepita M, Czepita D, Safranow K. Role of gender in the prevalence of myopia among Polish schoolchildren[J]. *J Ophthalmol*, 2019, 2019: 9748576. DOI:10.1155/2019/9748576.
 - [21] 徐小同, 周翔天. 内源性激素在近视发展中作用与机制的研究进展[J]. *中华眼科杂志*, 2024, 60(6): 547–558. DOI:10.3760/cma.j.cn112142-20231106-00213.
 - Xu XT, Zhou XT. Advances in the study of the role and mechanisms of endogenous hormones in the development of myopia[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2024, 60(6): 547–558. DOI:10.3760/cma.j.cn112142-20231106-00213.
 - [22] Lin S, Gong Q, Wang J, et al. The association between sleep duration and risk of myopia in Chinese school-aged children: a cross-sectional study[J]. *Sleep Breath*, 2023, 27(5): 2041–2047. DOI:10.1007/s11325-023-02794-4.
 - [23] Ayaki M, Torii H, Tsubota K, et al. Decreased sleep quality in high myopia children[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 33902. DOI:10.1038/srep33902.
 - [24] Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, et al. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2015, 112(4): 1232–1237. DOI:10.1073/pnas.1418490112.
 - [25] Chhabra S, Rath M, Sachdeva S, et al. Association of near work and dim light with myopia among 1400 school children in a district in North India[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2022, 70(9): 3369–3372. DOI:10.4103/ijo.IJO_634_22.
 - [26] Janssen X, Martin A, Hughes AR, et al. Associations of screen time, sedentary time and physical activity with sleep in under 5s: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sleep Med Rev*, 2020, 49: 101226. DOI:10.1016/j.smrv.2019.101226.
 - [27] He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(11): 1142–1148. DOI:10.1001/jama.2015.10803.
 - [28] Çavdarlı C, Bayraktar N, Kılıç M. Survey of hygiene, behaviours, and awareness regarding contact lens wear with conventional and novel questions[J]. *Clin Exp Optom*, 2021, 104(4): 491–498. DOI:10.1080/08164622.2021.1878848.
 - [29] Liu XN, Naduvilath TJ, Wang J, et al. Sleeping late is a risk factor for myopia development amongst school-aged children in China[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 17194. DOI:10.1038/s41598-020-74348-7.
 - [30] Qu Y, Yu J, Xia W, et al. Correlation of myopia with physical exercise and sleep habits among suburban adolescents[J]. *J Ophthalmol*, 2020, 2020: 2670153. DOI:10.1155/2020/2670153.
 - [31] Rayapoullé A, Gronfier C, Forhan A, et al. Longitudinal association between sleep features and refractive errors in preschoolers from the EDEN birth-cohort[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 9044. DOI:10.1038/s41598-021-88756-w.
 - [32] Smith EL 3rd, Hung LF, Huang J. Protective effects of high ambient lighting on the development of form-deprivation myopia in rhesus monkeys[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(1): 421–428. DOI:10.1167/iov.11-8652.
 - [33] Cajochen C, Frey S, Anders D, et al. Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance[J]. *J Appl Physiol (1985)*, 2011, 110(5): 1432–1438. DOI:10.1152/jappphysiol.00165.2011.
 - [34] Saw SM, Wu HM, Hong CY, et al. Myopia and night lighting in children in Singapore[J]. *Br J Ophthalmol*, 2001, 85(5): 527–528. DOI:10.1136/bjo.85.5.527.
 - [35] Hung LF, Arumugam B, She Z, et al. Narrow-band, long-wavelength lighting promotes hyperopia and retards vision-induced myopia in infant rhesus monkeys[J]. *Exp Eye Res*, 2018, 176: 147–160. DOI:10.1016/j.exer.2018.07.004.
 - [36] Reiter AM, Sargent C, Roach GD. Concordance of chronotype categorisations based on dim light melatonin onset, the morningness-eveningness questionnaire, and the Munich chronotype questionnaire[J]. *Clocks Sleep*, 2021, 3(2): 342–350. DOI:10.3390/clockssleep302021.
 - [37] Chakraborty R, Seby C, Scott H, et al. Delayed melatonin circadian timing, lower melatonin output, and sleep disruptions in myopic, or short-sighted, children[J]. *Sleep*, 2024, 47(1): zsad265. DOI:10.1093/sleep/zsad265.
 - [38] Johnson DA, Reid M, Vu TT, et al. Associations of sleep duration and social jetlag with cardiometabolic risk factors in the study of Latino youth[J]. *Sleep Health*, 2020, 6(5): 563–569. DOI:10.1016/j.sleh.2020.02.017.
 - [39] Sbornova I, van der Sande E, Milosavljevic S, et al. The sleep quality- and myopia-linked PDE11A-Y727C variant impacts neural physiology by reducing catalytic activity and altering subcellular compartmentalization of the enzyme[J]. *Cells*, 2023, 12(24): 2839. DOI:10.3390/cells12242839.

(收稿日期:2025-06-10 修回日期:2025-11-04)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

