DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025135

· 疾病控制 ·

上海市某中心医院儿科呼吸道疾病就诊与环境因素的相关性

周霜霜[1],蔡逸舟[2],苗雪琴[3],张利利[3],周毅彬[4],何丹丹[2],刘洁[5],胡燕琪[3,6]

1.复旦大学附属闵行医院院长办公室,上海 201199;2.上海市闵行区疾病预防控制中心综合防制办公室;
3.复旦大学附属闵行医院儿科;4.上海市闵行区疾病预防控制中心主任室;
5.上海市闵行区气象台;6.上海市闵行区医疗急救中心书记室

【摘要】 目的 探讨环境因素与医院呼吸道疾病就诊的关联及其滞后效应,为儿科呼吸道疾病的预测和医院诊疗工作提供科学依据。**方法** 收集 2017—2019 年上海闵行区中心医院儿科呼吸道疾病门急诊就诊的 503 899 例病例及同期气象信息,构建分布滞后非线性模型(DLNMS),探讨儿科呼吸道疾病就诊病例与各环境因素的相关性,定量评估环境因素对呼吸道疾病就诊病例的累积滞后效应。**结果** 在各环境因素中,与儿童呼吸道疾病就诊有关联的因素包括温度、细颗粒物($PM_{2.5}$)、可吸入颗粒物(PM_{10})、NO_2 和 SO_2。校正温度后,$PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 质量体积浓度未对儿童呼吸道疾病就诊显示出显著的即时效应和滞后效应。儿童呼吸道疾病就诊病例相对危险值(*RR*)随着 NO_2 质量体积浓度升高而升高,NO_2 质量体积浓度≥55 μg/m^3 时,即时效应、滞后 3,5 和 7 d 影响均有统计学意义(*RR* 值分别为1.05,1.13,1.17,1.21,*P* 值均<0.05)。*RR* 值和 SO_2 质量体积浓度呈倒"U"型,SO_2 质量体积浓度≥5 μg/m^3 时,滞后 3,5 和 7 d 影响均有统计学意义(*RR* 值分别为 1.03,1.03,1.04,*P* 值均<0.05)。**结论** 高浓度 NO_2 和 SO_2 均会增加儿童呼吸道疾病的风险,并具有一定的滞后性。

【关键词】 呼吸道疾病;门诊医疗;环境;模型,统计学;儿童

【中图分类号】 R 179 R 714.253 B 845.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2025)05-0708-05

Correlation between environmental factors and pediatric respiratory disease visits in a central hospital of Shanghai/*ZHOU Shuangshuang**, *CAI Yizhou, MIAO Xueqin, ZHANG Lili, ZHOU Yibin, HE Dandan, LIU Jie, HU Yanqi.** *Dean's Office of Minhang Hospital, Fudan University, Shanghai*(201199), *China*

【Abstract】 Objective To explore the correlation and lag effects of environmental factors on pediatric respiratory disease visits at hospital, so as to provide scientific basis for disease prediction and optimizing clinical diagnosis and treatment. **Methods** Data from 503 889 pediatric respiratory disease outpatient and emergency visits a central hospital in Minhang District of Shanghai between 2017 and 2019, along with concurrent meteorological data were collected. A distributed lag non-linear models (DLNM) was constructed to explore the specific relationship between pediatric respiratory disease consultations and various environmental factors and to quantify the cumulative lag effects of environmental factors on respiratory disease consultations. **Results** Among the environmental factors, temperature, fine particulate matter ($PM_{2.5}$), inhalable particulate matter (PM_{10}), nitrogen dioxide (NO_2), and sulfur dioxide (SO_2) were associated with pediatric respiratory disease visits. After adjusting for temperature, $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations did not show significant immediate or lag effects. The relative risk (RR) of pediatric respiratory disease visits increased with rising NO_2 concentrations. When NO_2 concentration ≥55 μg/m^3, significant immediate and lagged effects (lag 3, 5, and 7 days) were observed. The *RR* values were 1.05, 1.13, 1.17, and 1.21(*P*<0.05). The *RR* values showed an inverted "U"-shaped relationship with SO_2 concentrations. When SO_2 concentration ≥5 μg/m^3, significant lagged effects (lag 3, 5, and 7 days) were observed. The *RR* values were 1.03, 1.03, and 1.04 (*P*<0.05). **Conclusion** High concentrations of NO_2 and SO_2 increase the risk of pediatric respiratory disease visits, with observable lag effects.

【Keywords】 Respiratory tract diseases; Ambulatory care; Environment; Models, statistical; Child

呼吸道感染是儿童最常见的疾病之一,包括上呼吸道感染和下呼吸道感染,该病虽大多有自限性,但起病急,传染性强,会对生活质量造成一定的影响,集中发病更会给医院诊疗和管理工作带来一定压力[1]。研究表明,环境因素对呼吸道疾病发病和传播有一定的影响[2]。分布滞后非线性模型(distributed lag non-linear models, DLNM)同时拟合暴露—反应的非线性关系及暴露因素的滞后效应,能更全面准确地反映环

【作者简介】 周霜霜(1984-),女,江苏省人,大学本科,助理研究员,主要从事医院管理工作;蔡逸舟(1996-),女,湖南省人,硕士,公卫医师,主要从事疾病控制相关工作。周霜霜与蔡逸舟为共同第一作者。

【通信作者】 胡燕琪,E-mail:huyanqiaa@fudan.edu.cn;刘洁,E-mail:63133253@qq.com

境因素的健康效应[3-6]。通过量化环境因素对儿童呼吸道疾病就诊的影响，建立和完善儿童呼吸道疾病监测和就诊预警机制，既能为污染物控制提供目标值，也为制定预防措施提供科学依据。因此，本研究以上海市闵行区中心医院儿科为研究地点，收集 2017—2019 年儿科呼吸道疾病就诊病例与相关环境因素，采用 DLNM 建立回归模型探索环境因素对儿科呼吸道疾病就诊的影响，为儿科呼吸道疾病的预测和区级医院诊疗工作提供科学依据。

1　对象与方法

1.1　对象　数据来自上海市闵行区中心医院病案管理系统，选择就诊时间为 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日的 0~12 岁患者（该院 2017—2019 年儿科门急诊接诊年龄为 0~12 岁）。按照国际疾病分类标准第十版（International Classification of Disease 10，ICD-10）规定[7]筛选呼吸系统疾病的病例共 503 899 例。本研究已通过复旦大学附属闵行医院（上海市闵行区中心医院）伦理委员会批准（批号：2024-批件-060-01K）。

1.2　方法　气象指标和空气污染物数据来源于该区气象站逐日气象观测记录。气象指标包括当日平均气温、当日相对平均湿度 2 项指标，空气污染物包括 SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 共 4 项指标。

1.3　统计学分析　采用 Excel 2019 软件整理数据。对计量资料使用 Sapiro-Wilk 检验进行正态性检验。患者年龄、各空气污染物指标与气象指标均不符合正态分布，用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述。环境因素与呼吸道疾病日就诊数之间以及不同环境因素之间的相关性采用 Spearman 相关分析。采用 R 4.3.3 软件及“dlnm”程序包构建 DLNMs[8-9]。建立闵行区 2017—2019 年呼吸道疾病就诊数据，统计分析其分布情况及流行变化趋势；采用 Spearman 相关分析气象指标与空气污染物指标的相关性，计算各变量的方差膨胀因子（variance inflation factor，VIF），逐步剔除 *VIF* 值最大并≥4 的变量，直至所有变量的 *VIF*<4，以避免模型中存在多重共线性。首先，以呼吸道疾病日就诊人数作为因变量，大气污染物为自变量，气象因素作为协变量，以控制其混杂作用，日发病人数的分布概率近似服从泊松分布，故采用类泊松分布对应的 Log 连接函数，建立回归模型。其次，以改进赤池信息量准则（quasi-akaike information criterion，QAIC）和改进贝叶斯信息准则（quasi-Bayesian information criterion，QBIC）最小的原则及以往研究[10]基础作为参数选择依据，计算相对危险度（relative risk，RR）时参照值设定为各变量中位数。所有污染物预测模型均以其最小观察值作为参考，分别计算出其当天、滞后 3 d、滞后 5 d 及滞后 7 d 的累积效应。最后，通过调整模型中时间变量的自由度和协变量平均气温与相对湿度的自由度进行敏感性分析，来评估模型的稳定性。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结果

2.1　闵行区中心医院 2017—2019 年儿童就诊基本情况　2017—2019 年闵行区中心医院 0~12 岁患儿呼吸道疾病就诊共 503 899 例，年龄中位数为 5（3，7）岁，其中 0~2 岁 93 333 例（18.52%），3~6 岁 256 107 例（50.83%），7~12 岁 154 459 例（30.65%）。呼吸道疾病每日平均就诊数 460 例，最少就诊数为 153 例，最多就诊数为 1 314 例，中位数为 425 例。由图 1 可见，呼吸道疾病就诊的季节性模式大致呈双峰型，12 月—次年 1 月出现较大高峰，5—6 月出现较小高峰。

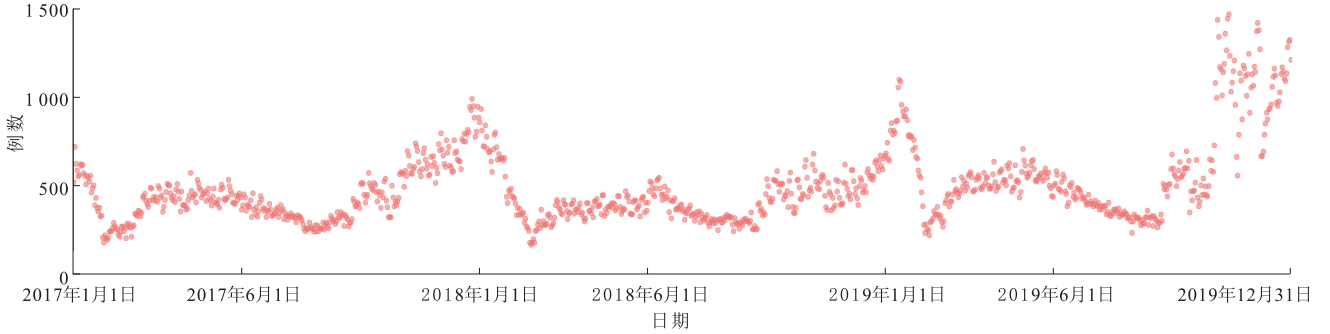


图 1　闵行区中心医院 2017—2019 年儿童呼吸道疾病就诊时间分布

Figure 1　Time distribution of children respiratory disease visits central hospital of Minhang District from 2017 to 2019

2.2　环境因素与儿童呼吸道疾病就诊的相关性　相关性分析结果显示，与儿童呼吸道疾病密切相关的环境因素包括 SO_2、NO_2、$PM_{2.5}$、PM_{10} 和温度。$PM_{2.5}$ 与 PM_{10} 呈正相关（$r=0.78$，$P<0.05$）。为避免多重共线性，检验污染物指标的 *VIF*，结果显示均<4，不存在多重共线性，均保留进行下一步分析。

表 1　闵行区环境因素与 2017—2019 年儿童呼吸系统疾病就诊相关性分析（r 值，n = 503 899）

Table 1　Correlation analysis of environmental factors and pediatric respiratory disease visits in Minhang District from 2017 to 2019（r, n = 503 899）

变量	SO_2	NO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}	温度	相对湿度
NO_2	0.42*					
$PM_{2.5}$	0.72*	0.52*				
PM_{10}	0.51*	0.65*	0.78*			
温度	−0.35*	−0.55*	−0.31*	−0.34*		
相对湿度	−0.56*	−0.09	−0.51*	−0.15*	0.12*	
就诊人数	0.17*	0.57	0.23*	0.29*	−0.40*	−0.09*

注：* P<0.05。

2.3　环境因素对儿童呼吸道疾病就诊的分布滞后效应分析　滞后模型分析结果显示，$PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 对儿童呼吸道疾病就诊影响滞后效应不明显，NO_2 和 SO_2 对儿童呼吸道疾病就诊影响滞后效应较明显。儿童呼吸道疾病就诊病例 *RR* 值随着 NO_2 质量体积浓度升高而升高；NO_2 质量体积浓度高于 55 μg/m³ 时，即时效应、滞后 3 d、5 d 和 7 d 影响均有统计学意义（P 值均<0.05）（表 2，图 2）。儿童呼吸道疾病就诊病例 *RR* 值和 SO_2 质量体积浓度呈倒“U”型；SO_2 质量体积浓度高于 5 μg/m³ 时，滞后 3 d、5 d 和 7 d 影响均有统计学意义（P 值均<0.05）（表 2，图 3）。

表 2　闵行区环境因素对 2017—2019 年儿童呼吸道疾病就诊的分布滞后效应分析［*RR* 值（95%*CI*），n = 503 899］

Table 2　Distribution lag effect analysis of environmental factors on children's respiratory disease visits in Minhang District from 2017 to 2019［*RR*（95%*CI*），n = 503 899］

环境因素	质量体积浓度/（μg·m⁻³）	滞后 0 d	滞后 3 d	滞后 5 d	滞后 7 d
$PM_{2.5}$	22	1.00（0.99～1.02）	0.97（0.94～1.00）	0.96（0.92～1.00）	0.96（0.92～1.01）
	35	1.01（0.98～1.04）	0.95（0.90～1.00）	0.94（0.88～1.00）	0.94（0.86～1.01）
	54	1.01（0.97～1.06）	0.92（0.86～1.00）	0.91（0.82～1.00）	0.91（0.81～1.02）
PM_{10}	30	0.98（0.96～1.01）	0.97（0.93～1.02）	0.97（0.92～1.03）	0.95（0.89～1.01）
	43	0.98（0.94～1.02）	0.95（0.89～1.02）	0.96（0.88～1.04）	0.92（0.83～1.02）
	59	0.97（0.92～1.02）	0.94（0.86～1.03）	0.94（0.85～1.05）	0.89（0.79～1.02）
NO_2	16	1.01（1.00～1.03）	1.02（0.99～1.05）	1.03（0.99～1.06）	1.02（0.99～1.07）
	55	1.05（1.00～1.10）*	1.13（1.04～1.22）*	1.17（1.06～1.30）*	1.21（1.08～1.36）*
	84	1.08（1.02～1.14）*	1.25（1.14～1.37）*	1.37（1.23～1.53）*	1.50（1.32～1.71）*
SO_2	5	0.99（0.98～1.00）	1.03（1.01～1.04）*	1.03（1.01～1.05）*	1.04（1.11～1.07）*
	10	0.96（0.92～1.03）	1.11（1.03～1.20）*	1.14（1.04～1.24）*	1.18（1.06～1.32）*
	15	0.97（0.92～1.03）	1.13（1.03～1.23）*	1.13（1.02～1.26）*	1.17（1.02～1.33）*

注：* P<0.05。

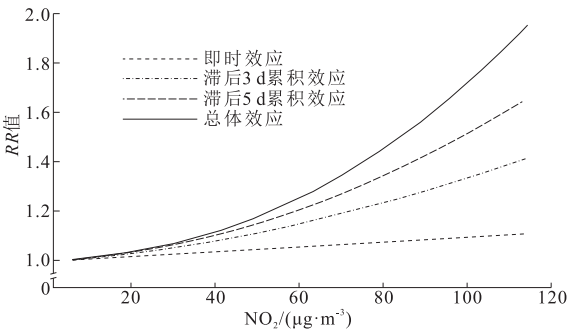


图 2　儿童呼吸道疾病就诊病例和 NO_2 质量体积浓度相对风险累积效应

Figure 2　Cumulative effect of relative risk of NO_2 mass volume concentration on pediatric respiratory disease cases

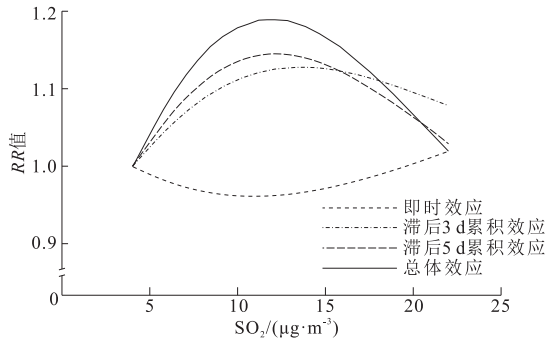


图 3　儿童呼吸道就诊病例和 SO_2 质量体积浓度相对风险累积效应

Figure 3　Cumulative effect of relative risk of SO_2 mass volume concentration on pediatric respiratory disease cases

2.4　敏感性分析　通过调整模型中长期趋势和混杂因素的自由度进行敏感性分析，模型分析结果稳定可靠。

3　讨论

本研究利用 DLNM 模型分析儿童呼吸道疾病发病与环境因素的关系，结果显示，NO_2 和 SO_2 对儿童呼吸道疾病发病有影响且存在滞后效应，为建立区级综合性医院儿科就诊情况预警机制，做好就诊高峰应急预案提供科学依据。

有研究表明，大气污染物浓度的升高能导致呼吸道疾病发病就诊量的升高[11-13]。其中 NO_2 是大气污染物主要成分之一，主要来源于机动车尾气、工业排放以及能源消耗等过程。本研究结果显示，当 NO_2 质量体积浓度达到 55 μg/m³ 时导致儿童呼吸道疾病就诊风险增加，且在滞后 7 d 时效应最大。高浓度的 NO_2 可以通过呼吸道进入肺泡，对肺组织产生剧烈刺

激、引发炎症反应，加重儿童病情；NO_2 还可能抑制儿童的免疫系统功能，使他们更容易感染病毒和细菌，从而导致更频繁的呼吸道感染[14]。而高浓度 SO_2 是另一个增加儿童呼吸道疾病就诊风险的因素，当 SO_2 质量体积浓度高于 5 μg/m^3 时，儿童呼吸道疾病就诊风险增大，效应可能持续 7 d，与已有研究结果相似[15-16]。SO_2 易溶于水，容易被湿润的黏膜表面吸收，对呼吸道和支气管黏膜有较强的刺激性，儿童呼吸道发育尚未完善，黏膜对 SO_2 浓度升高更为敏感，更易导致炎症和黏液分泌，引起咳嗽、支气管炎、哮喘等呼吸道疾病发病。因此，避免高浓度 NO_2 和 SO_2 暴露是保护儿童健康的重要措施。建议家长在早晚高峰道路拥堵的时段外出时，为儿童做好防护，避开机动车聚集区域等，减少大气污染物对呼吸道的直接刺激。空气严重污染时，学校应减少户外活动时间，降低污染物暴露风险；同时，幼儿园和学校也可安装空气净化设备，改善室内空气质量。

本研究结果显示，$PM_{2.5}$ 对儿童呼吸道疾病就诊影响滞后效应不明显，可能与闵行区 $PM_{2.5}$ 年均浓度水平不高有关，该指标已达到国家环境空气质量二级标准[17]。另外，通过本次研究中不同年龄儿童就诊的构成可知，闵行区中心医院 0～2 岁年龄组患儿较少，仅占就诊人次的 18.52%。原因可能是低龄儿童因免疫系统发育尚未完全成熟，且鼻腔狭窄，呼吸道黏膜柔嫩等原因，更容易受到空气污染物的影响，呼吸道疾病发病率本就高于大龄儿童。然而由于低龄儿童年龄小、病情变化快，家长更倾向于选择专科医院就诊，因此呼吸道疾病就诊人次在区级医院相对较少。相比之下，3～6 岁年龄组患儿就诊人次最多，占就诊人次的 50.83%，高于 7～12 岁组，这一现象可能与该年龄段儿童的生理特点和活动模式密切相关。3～6 岁学龄前儿童，外出活动量较大，暴露在空气污染物中的时间更长，风险更大；同时，他们的免疫系统相对较弱，更容易受到空气污染物的影响，尤其在空气污染物严重时，呼吸道疾病就诊风险显著增加。7～12 岁年龄组患儿占就诊人次的 30.65%，该年龄段儿童为学龄儿童，呼吸系统发育相对成熟，免疫系统也在逐步增强。

本研究选取的医院是在医联体中处于中间层的区级医院，儿科是区内规模最大的医院之一，主要接诊本区域儿童的常见病、多发病。作为区域性医疗中心，向上对接三级医院，向下联络社区医疗机构，这也是典型的区级医院就诊模式。其次，研究所收集的数据为全样本数据，时间跨度长达 3 年，对于研究该区域区级综合性医院儿童呼吸道疾病就诊的环境因素影响有较高的代表性和参考价值。但本研究也存在一定的局限性，数据来源于单一医院，外推受到一定的限制。

综上所述，高浓度 NO_2 和 SO_2 都对儿童呼吸道疾病就诊情况有影响，且影响存在滞后性。本研究量化了大气污染物的风险阈值，为气象部门制定空气质量预警标准提供了依据，对卫生健康管理部门出台学校、家庭环境指导意见，包括空气净化器应用等存在一定意义；对医疗机构而言，本研究能为预测污染天气可能引发的儿童呼吸道疾病就诊高峰提供较为科学的依据，从而优化医疗资源配置，做好医务人员排班、医疗药品和物资的储备及调拨，提高医疗管理效能；对卫生管理部门而言，能为制定实施细则，推进三级诊疗提供科学依据。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] NAIR H, SIMOES E A, RUDAN I, et al. Global and regional burden of hospital admissions for severe acute lower respiratory infections in young children in 2010: a systematic analysis[J]. Lancet, 2013, 381: 1380-1390.

[2] 王瑞梅. 环境污染对呼吸系统疾病的影响研究[J]. 健康大视野, 2013, 21(16): 5.
WANG R M. Research on the impact of environmental pollution on respiratory system diseases[J]. Health Horiz, 2013, 21(16): 5. (in Chinese)

[3] ALMON S. The distributed lag between capital appropriations and expenditures[J]. Econometrica, 1965, 33(1): 178-196.

[4] ARMSTRONG B. Models for the relationship between ambient temperature and daily mortality[J]. Epidemiology, 2006, 17(6): 624-631.

[5] GASPARRINI A, ARMSTRONG B, KENWARD M G. Distributed lag non-linear models[J]. Stat Med, 2010, 29(21): 2224-2234.

[6] 路凤, 李亚伟, 李成橙, 等. 时间序列分析在空气污染与健康领域的应用及其 R 软件实现[J]. 中国卫生统计, 2018, 35(4): 622-625.
LU F, LI Y W, LI C C, et al. Application of time series analysis in air pollution and health fields and implementation with R software[J]. Chin J Health Stat, 2018, 35(4): 622-625. (in Chinese)

[7] 中华人民共和国国家医疗保障局. ICD-10 医保版[EB/OL]. (2019-06-27)[2025-01-07]. https://code.nhsa.gov.cn/jbzd/public/dataWesterSearch.html.

[8] LIU Y C, HAN X L, CUI X D, et al. Association between air pollutants and acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a time stratified case-crossover design with a distributed lag nonlinear model[J]. Geohealth, 2022, 6(2): e2021GH000529.

[9] ZHANG T T, QIN W, NIE T Y, et al. Effects of meteorological factors on the incidence of varicella in Lu'an, Eastern China, 2015-2020[J]. Environ Sci Pollut Res Int, 2022, 30(4): 10052-10062.

[10] 杜娟, 唐应萍, 何平, 等. 贵阳市空气污染物对呼吸系统疾病门诊量的短期效应[J]. 环境与职业医学, 2024, 41(1): 62-69.
DU J, TANG Y P, HE P, et al. Short-term effects of air pollutants on outpatient volume of respiratory diseases in Guiyang[J]. Environ Occup Med, 2024, 41(1): 62-69. (in Chinese)

[11] 刘准. 武汉市大气污染物水平与儿童呼吸道疾病门诊量的滞后效应分析[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2018.
LIU Z. The lag effectiveness analysis of the levels of air pollutants and the cases of respiratory diseases for child outpatient in Wuhan City[D]. Wuhan: Wuhan University of Science and Technology, 2018. (in Chinese)

(下转第 716 页)

(Phila Pa 1976), 2018, 43(24): 1710-1718.

[7] YILMAZ H, ZATERI C, KUSVURAN O A, et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study[J]. Spine J, 2020, 20(6): 947-955.

[8] 张帅, 赵莉, 杨阳, 等. 青少年脊柱弯曲异常危险因素的 Meta 分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2023, 31(10): 1121-1126.
ZHANG S, ZHAO L, YANG Y, et al. Meta-analysis of risk factors for abnormal spinal curvature in adolescents[J]. Chin J Child Health Care, 2023, 31(10): 1121-1126. (in Chinese)

[9] PENG Y, WANG S R, QIU G X, et al. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis[J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(4): 483-493.

[10] 中华人民共和国国家卫生健康委疾病预防控制局. 《儿童青少年脊柱弯曲异常防控技术指南》及编写说明[EB/OL]. (2021-11-01)[2024-11-19]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s5899tg/202111/5579c1240d034ac680a7505994aa082d.shtml.

[11] 中华人民共和国卫生部. 中小学生一日学习时间卫生要求: GB/T 17223—2012[S]. 2013-05-01.
Ministry of Health of the PRC. Health requirements of daily learning time for secondary and elementary school students: GB/T 17223-2012[S]. 2013-05-01. (in Chinese)

[12] 李国峰, 张秀红, 杨田, 等. 2021 年内蒙古自治区中小学生脊柱弯曲现况及影响因素分析[J]. 中国健康教育, 2023, 39(7): 591-595.
LI G F, ZHANG X H, YANG T, et al. Status and influencing factors of spinal curvature among primary and middle school students in Inner Mongolia Autonomous Region in 2021[J]. Chin J Health Educ, 2023, 39(7): 591-595. (in Chinese)

[13] 李尚乐, 张强, 荣霞. 西藏地区中小学生脊柱弯曲异常状况分析[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(9): 1384-1387.
LI S L, ZHANG Q, RONG X. Abnormal spinal curvature in primary and secondary school students in Tibet[J]. Chin J Sch Health, 2021, 42(9): 1384-1387. (in Chinese)

[14] 许馨文, 周巧玲, 樊玉芳, 等. 甘肃省中小学生脊柱弯曲异常情况分析[J]. 中国初级卫生保健, 2022, 36(6): 93-94.
XU X W, ZHOU Q L, FAN Y F, et al. Analysis of abnormal spinal curvature among primary and secondary school students in Gansu Province[J]. Chin Prim Health Care, 2022, 36(6): 93-94. (in Chinese)

[15] 曾婕, 周亮, 任悄悄, 等. 四川省中小学生脊柱弯曲异常现状及影响因素分析[J]. 中国学校卫生, 2023, 44(8): 1130-1133.
ZENG J, ZHOU L, REN Q Q, et al. Abnormal spinal curvature and associated factors among primary and secondary school students in Sichuan Province[J]. Chin J Sch Health, 2023, 44(8): 1130-1133. (in Chinese)

[16] 赵芳芳, 赵瑞兰, 段军伟, 等. 北京市某区 9~18 岁中小学生脊柱弯曲异常状况及影响因素分析[J]. 华南预防医学, 2022, 48(10): 1272-1274.
ZHAO F F, ZHAO R L, DUAN J W, et al. Abnormal spinal curvature and associated factors among primary and middle school students aged 9-18 years in a district of Beijing[J]. South Chin J Prev Med, 2022, 48(10): 1272-1274. (in Chinese)

[17] 顾昉, 徐韵涵, 高雷, 等. 2021 年浙江省中小学生脊柱侧弯现状及影响因素分析[J]. 疾病监测, 2024, 39(7): 914-918.
GU F, XU Y H, GAO L, et al. Prevalence of scoliosis and influencing factors in primary and secondary school students in Zhejiang, 2021[J]. Dis Surveill, 2024, 39(7): 914-918. (in Chinese)

[18] TOBIAS J H, FAIRBANK J, HARDING I, et al. Association between physical activity and scoliosis: a prospective cohort study[J]. Int J Epidemiol, 2019, 48(4): 1152-1160.

[19] 唐倩倩, 陈玉华. 大学新生脊柱侧弯患者的生活行为习惯调查[J]. 湖北理工学院学报, 2021, 37(3): 51-54.
TANG Q Q, CHEN Y H. Investigation on life and behavioral habits of scoliosis patients among college freshmen[J]. J Hubei Polytech Univ, 2021, 37(3): 51-54. (in Chinese)

[20] CAI Z, WU R, ZHENG S, et al. Morphology and epidemiological study of idiopathic scoliosis among primary school students in Chaozhou, China[J]. Environ Health Prev Med, 2021, 26(1): 71.

[21] SWANSON C M, KOHRT W M, BUXTON O M, et al. The importance of the circadian system & sleep for bone health[J]. Metabolism, 2018, 84: 28-43.

[22] 宋欣俐, 袁雯, 蒋家诺, 等. 中国儿童青少年脊柱弯曲异常现状和防控进展[J]. 中国学校卫生, 2024, 45(7): 1059-1064.
SONG X L, YUAN W, JIANG J N, et al. Current status and progress in the prevention and control of spinal curvatures in Chinese children and adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2024, 45(7): 1059-1064. (in Chinese)

收稿日期: 2024-11-19 **修回日期**: 2024-12-04 **本文编辑**: 顾璇

(上接第 711 页)

[12] 胡继宏, 靳利梅, 赵翊, 等. 大气主要污染物与儿童呼吸系统疾病住院率关系调查研究[J]. 中国全科医学, 2017, 20(5): 586-589.
HU J H, JIN L M, ZHAO Y, et al. Correlation of major air pollutants and the hospital rate of respiratory diseases among children[J]. Chin Gen Pract, 2017, 20(5): 586-589. (in Chinese)

[13] 王汉章, 金银龙. 空气污染对呼吸道影响机制的研究[J]. 旅行医学科学, 2001, 7(2): 29-33.
WANG H Z, JIN Y L. The study on air pollution effects on the mechanism of respiratory system[J]. Sci Travel Med, 2001, 7(2): 29-33. (in Chinese)

[14] SPANNHAKE E W, REDDY S P M, JACOB D B, et al. Synergism between rhinovirus infection and oxidant pollutant exposure enhances airway epithelial cell cytokine production[J]. Environ Health Perspect, 2002, 110: 665-670.

[15] 吴一峰, 赵凤敏, 钱旭君, 等. 宁波市江北区大气二氧化硫浓度与上呼吸道疾病门诊量的关系[J]. 卫生研究, 2015, 44(4): 5.
WU Y F, ZHAO F M, QIAN X J, et al. Relationship between sulfur dioxide pollution and upper respiratory outpatients in Jiangbei, Ningbo[J]. J Hyg Res, 2015, 44(4): 5. (in Chinese)

[16] 陈小琳, 洪传洁, 陶旭光. 上海市大气二氧化硫污染与常见呼吸道慢性疾病的关系[J]. 中国慢性病预防与控制, 1994, 2(6): 259-261, 287.
CHEN X L, HONG C J, TAO X G. Relaitionship between ambient sulfur dioxide pollution and common respiratory diseases in Shanghai[J]. Chin J Chronic Dis Prev Control, 1994, 2(6): 259-261, 287. (in Chinese)

[17] 上海市生态环境局. 2019 上海市生态环境状况公报[Z]. 上海, 2020.
Shanghai Municipal Bureau of Ecology and Environment. Shanghai environmental conditions bulletin 2019[Z]. Shanghai, 2020. (in Chinese)

收稿日期: 2025-01-07 **修回日期**: 2025-03-17 **本文编辑**: 王苗苗