

短期空气污染与苏州儿童青少年血压的关联性

胡佳¹, 沈明珠², 詹斌秉³, 韩迪¹, 丁子尧¹, 沈蕙¹, 杨海兵¹

1.江苏省苏州市疾病预防控制中心, 215004; 2.常熟市疾病预防控制中心; 3.苏州市姑苏区疾病预防控制中心

【摘要】 目的 明确短期空气污染与儿童青少年血压的关系, 为采取健康干预措施和加强学校卫生管理工作提供科学依据。**方法** 采用整群抽样的方法, 在苏州城区、郊县共监测 12 所中小学校 2 925 名儿童青少年。采用《学生健康状况及影响因素调查表》进行问卷调查及体格检查, 同时收集同时期大气污染物日监测资料。**结果** 调整相关危险因素后, 空气污染与儿童青少年血压升高存在正相关, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂ 每增加 10 μg/m³, OR 值(95%CI) 分别为 1.09(1.02~1.16)、1.12(1.03~1.22)、1.59(1.22~2.07) 和 1.09(1.02~1.16); CO 每增加 0.1 mg/m³, OR 值(95%CI)=1.11(1.02~1.19); AQI 每增加 10 个单位, OR 值(95%CI)=1.09(1.02~1.17)。**结论** 空气污染是儿童青少年血压升高的危险因素, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO₂ 及 AQI 指数与动脉血压的升高有不同程度的正相关。

【关键词】 空气污染; 学生; 血压

【中图分类号】 R 725.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)09-1374-03

Association between short-term ambient air pollution and blood pressure in children and adolescents/HU Jia*, SHEN Mingzhu, ZHAN Bingbin, HAN Di, DING Ziyao, SHEN Hui, YANG Haibing. * Suzhou Center for Disease Prevention and Control, Suzhou(215004), Jiangsu Province, China

【Abstract】 Objective This study aims to study the relationship between short-term exposure of air pollution and blood pressure of children and adolescents, and to provide scientific basis for further health intervention measures and strengthening school health work management. **Methods** Totally 2 925 children and adolescents from 12 schools (including primary schools and high schools) in rural and urban area of Suzhou were monitored by means of cluster sampling. The survey was conducted by using the questionnaire on the health status and influencing factors of students. Physical examination was also carried out. Daily concentrations of air pollutants were collected during study period. **Results** There was a positive association between air pollution and blood pressure. After adjusting relevant risk factors, with PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ increasing by 10 μg/m³, OR were 1.09(95%CI=1.02-1.16), 1.12(95%CI=1.03-1.22), 1.59(95%CI=1.22-2.07), and 1.09(95%CI=1.02-1.16), respectively. The OR(95%CI) of high blood pressure in children and adolescents was 1.11(95%CI=1.02-1.19) for an increase of 0.1 mg/m³ in CO, and 1.09(95%CI=1.02-1.17) for every 10 units of AQI. **Conclusion** Air pollution is a risk factor for the increase of blood pressure in children and adolescents. PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO₂ and AQI are positively correlated with arterial blood pressure.

【Key words】 Air pollution; Students; Blood pressure

儿童青少年时期作为生长发育的关键时期, 该时期血压的分布状态及发展趋势与成人期血压密切相关^[1], 儿童期有血压升高现象或患有高血压的病例最终有 43% 会发展为成年高血压病人^[2]。近年来研究表明, 我国儿童青少年血压水平呈现上升趋势^[3-4]。Dong 等^[5]在 2013 年报道中国 391 982 名儿童青少年 2005—2010 年的血压变化趋势, 7~17 岁男童的平均收缩压从 2005 年的 103.8 mmHg 升高至 2010 年的

105.3 mmHg, 舒张压从 2005 年的 63.9 mmHg 升高至 2010 年的 65.0 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。

随着我国经济的快速发展, 城市化进程不断加快, 空气质量状况堪忧。近年来空气质量监测结果表明, 苏州市空气质量较以前有明显的好转, 但仍然处于较高污染水平^[6-7], 从 2011—2013 年苏州市吴中区调查数据上看, 每年首要污染物累计值最大的分别是二氧化氮(NO₂), 可吸入颗粒物(PM₁₀)和细颗粒物(PM_{2.5}), 频度分别达到 266, 214 和 94 d; 根据国家环境空气质量二级标准(GB 3095—2012), 2011—2013 年氮氧化物(NO_x), NO₂ 和 PM₁₀ 年均值浓度都超标, 其中 NO_x 超标最严重, 3 年分别达到 1.71, 1.34 和 1.44 倍^[8]。目前愈来愈多的研究表明, 空气污染与血压的变化呈现相关性^[9-11]。本项目旨在阐释短期空气污染与我国儿童青少年血压之间的关系, 为采取健康干

【基金项目】 苏州市民生科技—关键技术研究(SS201545), 苏州市“科教兴卫”青年科技项目(kjxw2015035)。

【作者简介】 胡佳(1989—), 男, 安徽省人, 硕士, 主管医师, 主要研究方向为儿童青少年健康。

【通讯作者】 沈蕙, E-mail: 18962168733@163.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.09.027

预措施和加强学校卫生工作管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 遵照《江苏省学生常见病及健康危险因素监测试点技术方案》中规定的要求选取苏州市中小學生作为研究对象,分别设立苏州城区、常熟郊县 2 个行政区域点。通过整群抽样的方法,在城区监测 7 所学校(小学 2 所、初中 2 所、高中 2 所、职业高中 1 所),郊县监测 5 所学校(包括小学 2 所、初中 2 所、高中 1 所)。调查小学(四至六年级)、初中(一至三年级)、高中(一至三年级),每个年级随机选择 1~3 个班的全部学生进行体检及问卷调查。共抽取 9~18 岁儿童青少年 3 177 名,实际应答人数 2 925 名,应答率为 92.07%。其中男生 1 331 名,平均年龄(13.24 ± 2.57)岁;女生 1 594 名,平均年龄(13.53 ± 2.56)岁。

1.2 方法 采用现场调查和问卷调查相结合的方法。先进行学生体检,然后由专门培训过的调查员就本次调查的目的和问卷内容的填写对学生解释说明,在获得学生知情同意后,将调查表发放给学生,由学生填写,调查时间为 2016 年 9 月 1 日至 12 月 31 日,所有工作的开展在得到学生的同意后进行。

1.2.1 问卷调查 来源于《江苏省学生常见病及健康危险因素监测试点技术方案》中的具体问卷内容。(1)一般情况:被调查儿童的年级、性别、出生日期、父母文化程度等基本信息;(2)饮食行为:过去 7 d 里早餐的进食频率;(3)运动行为:过去 7 d 里,进行户外活动的频率;(4)睡眠情况;(5)被动吸烟暴露情况等。

1.2.2 现场体检 身高、体重及血压均由培训过的医师进行测量。

1.2.3 大气污染物监测 收集苏州市城区及常熟郊县 2016 年 9 月 1 日至 12 月 31 日大气污染物各监测站点日均浓度监测资料。检测指标主要包括 PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂(二氧化硫), NO₂, CO(一氧化碳)各项污染物的日平均浓度及空气质量指数(AQI)。通过 IDW(反距离加权插值)模型拟合多个监测点数据来评估学生的空气污染暴露。

1.2.4 质量控制 所有参加本次调查的工作人员均经过统一培训,按规定的操作规程进行血压测量,并对其讲解调查内容及注意事项,保证调查结果的可重复性。资料录入前对原始资料进行核对检查,不符合要求的调查表相应去除并进行补查,保证资料的完整性。

1.2.5 相关变量的标准定义 采用最新出版的中国儿童青少年血压参照标准^[12],按照分性别、年龄、身高来判定是否有血压升高现象。根据中国肥胖问题工作组(WGOC)制定的中国儿童青少年肥胖的评价标

准^[13],定义儿童青少年超重和肥胖。体质质量指数(BMI)=体重(kg)/身高²(m²)。依据《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)^[14],对空气污染物 PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO₂ 及 AQI 指数日平均浓度限值做出定义。

1.3 统计学处理 采用 EpiData 3.0 软件双重录入资料并进行检错,导出至 Excel 表。采用 R 3.2.2 进行数据处理与统计分析。使用均数、标准差、频数和百分比进行基础资料描述;采用广义线性混合模型进行短期空气污染与血压水平的分析,地区作为分析随机变量,结果用比值比(OR 值)及 95%置信区间(95%CI)表示,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血压及 BMI 水平 男生收缩压为(117.3 ± 12.8) mmHg,舒张压为(68.8 ± 8.8) mmHg,血压偏高率为 24.68%;女生收缩压为(112.8 ± 11.6) mmHg,舒张压为(69.4 ± 8.3) mmHg,血压偏高率为 23.15%。男生 BMI 为(20.7 ± 4.2) kg/m²,有 20.74%为超重,13.75%为肥胖;女生 BMI 为(19.9 ± 3.7) kg/m²,有 11.48%为超重,6.84%为肥胖。

2.2 大气污染物监测数据 根据苏州市 2016 年 9 月 1 日至 12 月 31 日空气污染物监测数据资料,计算各污染物日平均质量体积浓度。苏州城区 PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, CO, AQI 分别为(69.3 ± 37.3) μg/m³, (46.2 ± 30.7) μg/m³, (18.5 ± 7.0) μg/m³, (58.0 ± 19.7) μg/m³, (1.0 ± 0.3) mg/m³, (69.0 ± 37.0);常熟分别为(70.1 ± 40.9) μg/m³, (49.0 ± 31.3) μg/m³, (20.7 ± 7.7) μg/m³, (40.3 ± 15.8) μg/m³, (0.9 ± 0.3) mg/m³, (70.0 ± 39.0)。

2.3 短期空气污染与儿童青少年血压之间的相关性 在调整了年龄、BMI、父母受教育程度、被动吸烟、是否吃早饭、每天睡眠时间、户外运动时间等因素后,分析空气污染物(30 d 暴露)对儿童青少年血压的影响,结果发现,PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂, CO, AQI 指数是儿童青少年血压升高的危险因素。PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO₂ 每增加 10 μg/m³, OR 值分别为 1.09, 1.12, 1.59 和 1.09;CO 每增加 0.1 mg/m³, OR 值为 1.11;AQI 每增加 10 个单位,OR 值为 1.09。见表 1。

表 1 30 d 空气污染物暴露对儿童青少年血压升高的影响($n = 2\ 925$)

污染物	未调整	调整	P 值
	OR 值(OR 值 95%CI)	OR 值(OR 值 95%CI)	
PM ₁₀	1.10(1.05~1.16)	1.09(1.02~1.16)	<0.01
PM _{2.5}	1.14(1.05~1.24)	1.12(1.03~1.22)	<0.01
SO ₂	1.71(1.38~2.11)	1.59(1.22~2.07)	<0.01
NO ₂	1.19(1.09~1.30)	1.09(1.02~1.16)	<0.01
CO	1.14(1.07~1.22)	1.11(1.02~1.19)	<0.01
AQI	1.11(1.06~1.17)	1.09(1.02~1.17)	<0.01

3 讨论

本文研究的空气污染物有 PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO₂ 及 AQI 指数, 相对较全面。在调整了年龄、BMI、父母受教育程度、被动吸烟、是否吃早饭、每天睡眠时间、户外运动时间等因素后显示, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ 每增加 10 μg/m³, OR 值分别为 1.09, 1.12, 1.59, 与其他研究一致^[9-11]。一项关于空气污染和美国成人血压研究显示, 30 d 的暴露 PM_{2.5}, PM_{2.5} 每增加 10 μg/m³, 脉压增加 1.12 mmHg (95% CI=0.28~1.97), 收缩压增加 0.99 mmHg (0.15~2.13)^[15]。另外一项针对儿童青少年 (5~17 岁) 血压的研究表明^[12], 在平均暴露期间为 5 d 的条件下, 随着 PM₁₀ (50.0 μg/m³) 和 O₃ (53.0 μg/m³) 四分位数范围的增加, 观察到其与血压升高呈正相关, OR 值分别为 2.17 和 2.77。对于 CO 及 AQI 指数, 目前在儿童青少年血压水平的研究较少, 本文结果得出 CO 每增加 0.1 mg/m³, 可使儿童青少年血压升高的风险增加 0.11 倍 (95% CI=1.02~1.19); AQI 每增加 10 个单位, 能够促使儿童青少年血压升高的风险增加 0.09 倍 (95% CI=1.02~1.16)。但研究结果因缺乏一定资料的比较讨论, 仍需进一步调查验证。

关于空气污染与儿童青少年血压的关系机制可能与空气污染导致的内皮功能紊乱、氧化应激以及炎症等介导的动脉血管收缩有关。一些实验研究表明, 空气污染暴露会导致内皮功能紊乱以及氧化应激, 进而导致内皮细胞的炎症和细胞损伤, 以及介导的动脉粥样硬化^[16-18]。但更加详细的机制研究, 比如关键的分子效应等还需要进一步探讨。

此研究还存在一定的局限性: 首先, 本研究仅局限于苏州的城市和郊区, 只能代表苏州地区人群基础上构建的空气污染与血压的评估模型。其次, 本研究中血压的测量只是在 1 d 完成, 尽管要求学生测量前得到充足的休息, 以及每名學生需要至少进行 3 次测量, 但缺少多次连续追踪的血压测量, 以便于更准确评估短期空气污染与血压的关系。最后, 本研究采用的是当地监测站公布的数据, 缺少个人便携式空气污染暴露评估, 因此会存在一定的暴露偏倚。

基于上述分析, 通过对苏州城区、常熟郊县 2 个行政区域点, 调整研究者的基本信息情况、父母文化水平、进食早餐频率、户外活动、睡眠情况及被动吸烟暴露等影响因素, 探讨空气污染与儿童青少年血压的关系, 通过推进我国相关部门采取有效措施改善空气质量, 采取适当个人防护, 从而为进一步改进儿童青少年血压防制工作提出建议和措施。

4 参考文献

- [1] CHEN X, WANG Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood a systematic review and meta-regression analysis [J]. *Circulation*, 2008, 117(25): 3171-3180.
- [2] 张明明, 米杰, 王俐, 等. 北京市 412 例儿童 18 年后血压纵向对照调查 [J]. *中国循证儿科杂志*, 2006, 1(3): 187-192.
- [3] 李双双, 马传伟, 席波. 中国 7~17 岁儿童青少年 1993-2011 年血压偏高变化趋势分析 [J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(10): 1449-1452.
- [4] 董彦会, 邹志勇, 王政和, 等. 中国 2014 年 7~18 岁儿童青少年血压偏高流行的区域分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2017, 38(7): 931-937.
- [5] DONG B, WANG H J, WANG Z, et al. Trends in blood pressure and body mass index among Chinese children and adolescents from 2005 to 2010 [J]. *Am J Hypertens*, 2013, 26(8): 997-1004.
- [6] 黄进, 张金池. 苏州市空气质量的时间序列变化过程研究 [J]. *环境科学与技术*, 2009, 32(6): 49-52.
- [7] 马寒青. 苏州大气污染现状及影响因素分析 [J]. *产业与科技论坛*, 2013, 12(15): 100-102.
- [8] 张艳珍, 李建龙, 刚成诚, 等. 近 3 年苏州市吴中区空气质量动态监测结果与成因分析 [J]. *天津农业保护*, 2015, 21(4): 84-89.
- [9] WU S, DENG F, HUANG J, et al. Blood pressure changes and chemical constituents of particulate air pollution: results from the healthy volunteer natural relocation (HVNRR) study [J]. *Environ Health Perspect*, 2013, 121(1): 66-72.
- [10] YANG B Y, QIAN Z, HOWARD S W, et al. Global association between ambient air pollution and blood pressure: a systematic review and meta-analysis [J]. *Environ Pollut*, 2018, 235(4): 576-588.
- [11] ZENG X W, QIAN Z M, VAUGHN M G, et al. Positive association between short-term ambient air pollution exposure and children blood pressure in China-Result from the Seven Northeast Cities (SNEC) study [J]. *Environ Pollut*, 2017, 224(5): 698-705.
- [12] DONG Y, MA J, SONG Y, et al. National blood pressure reference for Chinese Han children and adolescents aged 7 to 17 years [J]. *Hypertension*, 2017, 70(5): 897-906.
- [13] 中国肥胖问题工作组. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准 [J]. *中华流行病学杂志*, 2004, 25(2): 97-102.
- [14] 环境保护部. 环境空气质量指标 GB 3095-2012 [S]. 2016-01-01.
- [15] AUCHINCLOSS A H, DIEZ ROUX A V, DVONCH J T, et al. Associations between recent exposure to ambient fine particulate matter and blood pressure in the Multi-ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) [J]. *Environ Health Perspect*, 2008, 116(4): 486-491.
- [16] BRETON C V, MACK W J, YAO J, et al. Prenatal air pollution exposure and early cardiovascular phenotypes in young adults [J]. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0150825.
- [17] GIORGINI P, DI GIOSIA P, GRASSI D, et al. Air pollution exposure and blood pressure: an updated review of the literature [J]. *Curr Pharm Des*, 2016, 22(1): 28-51.
- [18] BROOK R D, URBACH B, DVONCH J T, et al. Insights into the mechanisms and mediators of the effects of air pollution exposure on blood pressure and vascular function in healthy humans [J]. *Hypertension*, 2009, 54(3): 659-67.

收稿日期: 2018-06-08; 修回日期: 2018-07-08