

太原市初中学校室内外环境与儿童不良建筑综合征的相关性

刘冉冉^①, 赵卓慧^②, 董川^{①*}, NORBÄCK Dan^③, 张昕^{①*}

① 山西大学环境科学研究所, 太原 030006;

② 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032;

③ Department of Medical Sciences, Occupational and Environmental Medicine, Uppsala University, Uppsala SE-751, Sweden

* 联系人, E-mail: dc@sxu.edu.cn; xinzhang0051@sxu.edu.cn

2013-09-27 收稿, 2014-01-28 接受, 2014-03-25 网络版发表

瑞中国际科技合作专项(348-2011-7402)、国家自然科学基金(21207083)、山西省基础研究项目(2013021033-1)、山西省回国留学人员科研资助项目(2012-005)和太原市环保局环境科学技术项目(201218)资助

摘要 为了解初中学校儿童不良建筑综合征(sick building syndrome, SBS)、哮喘等疾病的发病率以及室内外环境污染水平和疾病的相关性, 在山西省太原市城区初中学校开展了一项横断面研究. 本研究采取整群抽样的方法, 随机选取 10 所学校, 问卷调查共发放 2209 份, 其中有效问卷 1993 份(应答率为 90.2%). 参与调查的学生平均年龄为 13 岁(年龄范围 11~15 岁), 其中女孩占 49.3%. 问卷内容包括 SBS 症状、哮喘及其他相关疾病的患病情况, SO₂, NO₂ 和 O₃ 环境影响因素的测量通过被动吸附采样, 以及多因素 Logistic 回归分析疾病与环境因素的相关性. 结果显示, 儿童鼻黏膜炎(17.6%)、鼻塞(16.4%)、喉咙干燥(14.9%)、疲乏(20.7%)等症状患病率较高. 室内 NO₂ 与鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心、湿疹症状呈现正相关(比对比(OR)和 95%置信区间(CI)分别为 1.16, 1.01~1.33; 1.16, 1.00~1.34; 1.24, 1.02~1.52; 1.30, 1.04~1.63; 1.86, 1.19~2.90). 室内 O₃ 仅与医生诊断哮喘呈现正相关(1.36, 1.02~1.80). 室内 SO₂ 几乎与所有儿童 SBS 的症状呈现显著性相关. 此外, 室内与室外浓度的比值也与部分 SBS 症状正相关. 本研究表明儿童不良建筑综合征与教室室内外环境相关.

关键词

不良建筑综合征
SO₂
NO₂
室内污染
学校环境

不良建筑综合征(sick building syndrome, SBS), 亦称病态建筑综合征, 指在一个建筑中, 由于建筑环境及相关原因而产生不舒适或者疾病症状, 包括眼、鼻、喉、黏膜刺激, 皮肤出现红疹、瘙痒、头晕、恶心、乏力、嗜睡等非特异性症状^[1]. 近年来, SBS 的患病率呈现不断增加的趋势, 尤其是北京、上海、广州等经济发达地区的患病率明显高于一些中等发达地区; 此外, 学校、医院、办公室及综合性商场等人群密集的场所患病率也较高. SBS 的发病原因及影响因素一直是众多学者研究的焦点. 目前, 一些跨地区的

流行病学及实验研究显示, 空气污染物(如生物气溶胶、可挥发性有机化合物)、微生物(如霉菌)、物理工作环境(如温度、相对湿度等)及饮食习惯等均是影响 SBS 的重要因素^[2-6].

早期关于 SBS 的研究主要集中在办公室人群, 由于学生正处于生长发育时期, 身体的各项免疫功能还有待成熟完善, 是最容易受到不良室内外环境影响的人群之一. 因此, 针对学校 SBS 的研究越来越多^[7]. Saijo 等人^[5]在 2010 年对日本小学 SBS 患病率调查显示, 25.2%的学生至少表现出一种 SBS 症状.

引用格式: 刘冉冉, 赵卓慧, 董川, 等. 太原市初中学校室内外环境与儿童不良建筑综合征的相关性. 科学通报, 2014, 59: 1127-1132

Liu R R, Zhao Z H, Dong C, et al. Junior high school environment exposure in relation to pupil's sick building syndrome in Taiyuan, China (in Chinese). Chin Sci Bull (Chin Ver), 2014, 59: 1127-1132, doi: 10.1360/972013-1088

在北欧等严重地区的比例甚至达到了50%^[8]。而且各种新型建筑及装饰材料的广泛应用,使室内环境暴露于各种污染物。迄今为止,国内针对儿童SBS患病率及影响因素的研究报道甚少,仅有的一些研究已经发现,建筑类型不同、性别不同,对相对湿度、通风、气味、噪声的主观感受不同,都能影响人群SBS的发生率。然而,这些研究中,对于影响SBS危险因素的统计或者只通过自主问卷调查,或者主要来源于当地常规固定环境监测点的测量结果,忽视了与学生更为密切、停留时间更长的室内现场环境。中国是世界上人口最多的国家,加之工业化和城镇化的快速发展及机动车保有量的持续增长,使得污染物排放量不断增加,加剧了室内环境暴露于室外空气污染物的程度。因此,研究室内外空气污染物与在校学生SBS之间的关系,开展深入系统的流行病学调查研究,为改善学校环境及校舍建设,提高在校学生的身体素质及促进学生的健康成长有着重要意义。

本研究通过对太原市部分初中学校儿童SBS的流行病学调查和室内外环境影响因素的综合分析,统计儿童SBS相关症状的发病率及流行特征,监测学校室内外主要化学污染物暴露水平,初步揭示了在校学生SBS与室内外空气污染物的暴露-效应关系。

1 研究方法

(i) 研究人群。本研究采取整群抽样的方法,在山西省太原市区随机选取10所初中学校。在每所选定的学校,根据位置和楼层等建筑特征,随机选取5个初一班级,并邀请班级所有的学生参与健康问卷调查,如果本学校初一班级少于5个,则选取全部的初一班级。参与此次调查的学生年龄范围是11~15岁。调查前,学校内没有任何关于健康或环境问题的报道。本次调查研究通过了太原市中小学生卫生保健所的批准。

(ii) 调查问卷。问卷内容参考欧洲呼吸健康调查表和已发表关于SBS及学校环境研究文章^[9,10],并根据学校建筑特征、室内结构等对部分问题进行了调整。调查内容包括年龄、性别、SBS症状、哮喘、花粉或动物过敏及湿疹等问题。SBS症状包括:最近3个月内的面部和手臂皮疹或搔痒、湿疹、眼睛炎症、眼睑肿胀、鼻黏膜炎、鼻塞、咽喉干燥、咽喉痛、干咳、头疼、恶心、容易感冒及疲乏等。每个问题有4

个选项:(1)是,每天;(2)是,1~4次/周;(3)是,1~3次/月;(4)从来没有。呼吸健康问题包括:是/否患过哮喘、是/否医生诊断性哮喘及是/否动物毛皮或花粉过敏等。学生的家庭状况、居住环境及相关的饮食习惯等信息也一并进行了调查。另外,这些症状在离开学校后是否有所改善,也涵盖在问卷调查中。问卷调查在环境测量前一周进行,由各班班主任分发,学生在家长知情和陪同下填写。调查问卷中的个人信息均进行保密处理。

(iii) 环境影响因素的测量。室内外环境监测在10所学校共34个班级进行,同时对教学楼的建筑年代、材料、朝向、楼层、教室体积、在场学生数目、室内植物花卉、电子设备使用、开窗面积和时间以及教室内部织物因素等信息进行观察和记录。采集同时在室内和室外进行,所有室内测量均在关闭门窗情况下进行,室外则在代表性的地点进行。室内采样高度取大约距地板2m附近范围,室外采样装置用通风良好的塑料盒覆盖,避免降雨和降雪,放置在距地面2.5~3.5m处。每个样品连续采集7d。SO₂、NO₂和O₃被动吸附采样膜来自瑞典IVL环境研究中心,并进行分析测定,并以7d测量的平均值表示各测量样品的浓度值。此外,将室内与室外浓度的比值作为室外空气影响室内空气的判断标准。

(iv) 数据分析。调查问卷使用Epidata 3.1进行数据录入,以有效排除问卷录入的系统误差。采用卡方检验对不同性别之间学生患病率进行比较。采用多因素Logistic回归分析方法对学校环境因素和儿童SBS进行关联性分析,此方法是用于分析疾病与危险因素间联系的一种常用的流行病学统计方法^[11],同时调整年龄、性别、父母哮喘或过敏等混杂因子。所有统计学分析,均采用了5%的显著性水平和双侧检验。统计分析在SPSS 19.0软件上进行。

2 结果

问卷调查共发放2209份,其中有效问卷1993份(应答率为90.2%)。参与调查的学生平均年龄为13岁(年龄范围11~15岁),其中女孩占49.3%。

2.1 SBS疾病发病率

对在校学生哮喘、过敏及SBS症状的调查显示(表1),过敏占13.7%,鼻黏膜炎占17.6%,鼻塞占16.4%。约14.9%的学生报告喉咙干燥,20.7%的学生

表1 太原市初中学生哮喘、过敏和SBS症状的患病率(%)及其性别分布

	患病率(%)			P ^{a)}
	总计	男孩	女孩	
既往哮喘	0.7	0.7	0.7	0.961
医生诊断哮喘	1.2	1.2	1.2	0.896
过敏	13.7	14.8	12.5	0.132
手和手臂皮疹	0.6	0.7	0.4	0.386
手和手臂搔痒	2.4	2.6	2.1	0.510
脸和头颈皮疹	1.0	1.1	0.8	0.520
脸和头颈搔痒	4.4	4.9	4.4	0.328
湿疹	1.1	1.1	1.2	0.961
眼睛炎症	3.9	3.7	4.1	0.642
眼睑肿胀	1.1	1.2	1.1	0.706
鼻黏膜炎	17.6	17.4	18	0.716
鼻塞	16.4	17.9	14.9	0.072
喉咙干燥	14.9	14.4	15.5	0.493
咽喉痛	7.2	5.7	8.7	0.014
干咳	7.9	8.5	7.2	0.287
头疼	6.9	7.2	6.7	0.614
恶心	5.3	5.9	4.7	0.263
容易感冒	8.9	8.0	9.9	0.155
疲乏	20.7	21.4	20.0	0.463

a) 卡方检验用于比较男孩和女孩之间的患病率差异

有疲乏症状. 与女孩相比, 男孩报告有更多的过敏、面部和手臂皮疹或搔痒、鼻塞、干咳、头疼、恶心、疲乏等症状; 而女孩则报告有更多的眼睛炎症、鼻黏膜炎、喉咙干燥、喉咙痛及容易感冒等症状. 经卡方检验, 男孩比女孩除报告有更多的咽喉痛($P=0.014$)之外, 其他症状的发生率均无统计学显著差异($P>0.05$).

2.2 室内外环境空气污染物监测

学校教室内均没有明显的漏水或墙壁、地板及天花板潮湿现象, 少数教室内有盆栽植物, 并且由于天气寒冷的原因, 窗户多处于关闭状态. 此外, 学校建筑材料均采用水泥和砖, 室内地板为水泥材质, 通风方式采用自然通风, 清洁方式为每天 1~3 次拖地. 学校现场环境测量结果如表 2 所示, 室内 SO₂, NO₂ 和 O₃ 的平均浓度分别为 264.8, 39.4 和 10.1 μg/m³, 室外 SO₂ 浓度约为室内的 2~3 倍, NO₂ 浓度约为室内的 1~1.5 倍, O₃ 浓度室外与室内相近. 由于此数据是一周的平均值, 因此不能直接与世界卫生组织(WHO)所规定的环境健康数据相比较. WHO 规定 SO₂ 10 min 的平均浓度为 500 μg/m³, NO₂ 年平均值为 40 μg/m³, 8 h O₃ 的平均浓度为 100 μg/m³ [12].

表2 学校室内外空气污染物浓度

	N ^{a)}	均值±标准差	最小值~最大值
室内空气污染物(μg/m ³)			
SO ₂	34	264.8 ± 139.0	60.0~641.1
NO ₂	34	39.4 ± 9.5	15.5~61.6
O ₃	34	10.1 ± 10.4	3.0~61.2
室内/室外比率			
SO ₂	34	0.38 ± 0.17	0.11~0.76
NO ₂	34	0.78 ± 0.22	0.38~1.19
O ₃	34	0.91 ± 0.93	0.18~5.1

a) 进行环境测量的班级数目

2.3 哮喘、过敏及 SBS 症状与室内外环境的关系

采用多因素 Logistic 回归分析, 并同时调整年龄、性别、父母湿疹或过敏等混杂因素. 结果显示(表 3), 室内外环境暴露与各症状之间存在统计学显著关联. 室内 SO₂ 与在校学生湿疹、手和手臂搔痒、脸和头颈搔痒、眼睛炎症、鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心和容易感冒等均呈现显著性正相关; 室内 NO₂ 与鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心、湿疹症状呈现显著性正相关; 室内 O₃ 仅与医生诊断哮喘呈现正相关. SO₂ 比率与脸和头颈搔痒、恶心和容易感冒呈现正相关, 与手和手臂搔痒、湿疹、鼻黏膜炎等症状呈现显著性相关; NO₂ 比率与手和手臂搔痒、鼻黏膜炎、湿疹有正相关; O₃ 比率与医生诊断哮喘、鼻黏膜炎和容易感冒呈现正相关. 既往哮喘、过敏、面部和手部皮疹、眼睑肿胀、鼻塞、喉咙痛、干咳和疲乏等症状与环境因素之间均没有统计学关联(数据未列出).

3 讨论

太原市初中在校学生(11~15 岁)的哮喘、过敏及 SBS 症状的患病率与 SO₂, NO₂ 及 O₃ 等室内外环境因素呈现正相关, 具有统计学显著意义. 相较于 NO₂ 及 O₃, 室内环境中的 SO₂ 与在校学生湿疹及鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心和容易感冒等 SBS 症状的相关性更为显著. SO₂ 室内外比率对多种症状的相关性高于 NO₂ 及 O₃ 比率. SO₂ 的室内浓度约为室外浓度的 40%, NO₂ 为 78%, O₃ 几乎接近室外浓度(91%).

本研究中, 问卷回收率达到了 90.2%, 由于问卷是在环境调查前由父母陪同填写的, 确保了问卷的有效性和正确性. 此外, 10 所学校及每所学校的初一班级均随机选取, 所有的环境测量均采用相同的仪器和方法进行, 问卷调查和环境测量之间没有选择

表3 哮喘、过敏及 SBS 症状与室内外环境的多因素 Logistic 回归分析(OR, 95%CI)^{a)}

	SO ₂	NO ₂	O ₃	SO ₂ 比率	NO ₂ 比率	O ₃ 比率
医生诊断哮喘	1.15 (0.87~1.53)	1.34 (0.84~2.12)	1.36 (1.02~1.80)*	1.15 (0.91~1.46)	1.20 (1.00~1.45)	1.42 (1.01~1.99)*
手和手臂搔痒	1.28 (1.06~1.55)*	1.33 (0.96~1.84)	1.06 (0.79~1.43)	1.25 (1.06~1.48)**	1.18 (1.03~1.35)*	1.15 (0.85~1.56)
脸和头颈搔痒	1.20 (1.04~1.39)*	1.15 (0.89~1.48)	1.17 (0.96~1.42)	1.17 (1.03~1.33)*	1.09 (0.98~1.20)	1.20 (0.96~1.50)
湿疹	1.34 (1.07~1.80)*	1.86 (1.19~2.90)**	1.10 (0.64~1.60)	1.49 (1.17~1.88)**	1.46 (1.18~1.79)***	1.11 (0.71~1.74)
眼睛炎症	1.17 (1.00~1.37)*	1.25 (0.96~1.62)	0.91 (0.68~1.22)	1.11 (0.98~1.27)	1.03 (0.93~1.15)	0.92 (0.67~1.25)
鼻黏膜炎	1.13 (1.04~1.24)**	1.16 (1.01~1.33)*	1.12 (0.99~1.27)	1.11 (1.03~1.19)**	1.08 (1.02~1.14)*	1.18 (1.03~1.35)*
喉咙干燥	1.16 (1.06~1.27)**	1.16 (1.00~1.34)*	1.07 (0.94~1.23)	1.07 (0.99~1.15)	1.04 (0.98~1.11)	1.15 (0.99~1.32)
头疼	1.21 (1.07~1.36)**	1.24 (1.02~1.52)*	1.10 (0.92~1.31)	1.09 (0.98~1.21)	1.06 (0.98~1.16)	1.18 (0.98~1.43)
恶心	1.24 (1.08~1.41)**	1.30 (1.04~1.63)*	0.97 (0.77~1.23)	1.14 (1.02~1.28)*	1.07 (0.98~1.18)	1.00 (0.98~1.03)
容易感冒	1.17 (1.04~1.30)**	1.11 (0.92~1.34)	1.21 (0.96~1.31)	1.11 (1.01~1.22)*	1.10 (1.02~1.19)**	1.02 (1.00~1.04)*

a) 所有的 OR 都调整了年龄、性别、父母遗传哮喘或过敏; * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

性偏倚,并且在环境测量时,由于冬季天气寒冷,窗户均处于关闭状态,符合 SBS 研究的基本条件.另外,本研究关注的是室内化学污染问题,环境体系是由复杂的空气污染物构成的,会对人体产生关联效应,室内环境中的其他相关因素,如甲醛、颗粒物和微生物等,有待下一步深入研究.

Runeson 等人^[13]研究显示,不同性别间 SBS 的发病率存在差异,女性 SBS 症状报告率高于男性.然而本研究中,男孩多种 SBS 症状的发病率高于女孩,与 Syazwan 等人^[4]的研究结果一致.原因可能是男孩和女孩体内的荷尔蒙水平不同,造成相同环境下不同的生理阈值^[14].另外一个原因可能为,男孩对环境的敏感度高于女孩,在相同的环境因素下,男孩更倾向于察觉环境对健康造成的影响^[15],而且女孩比男孩呆在室内的时间相对较长,造成了男孩和女孩对室内污染物的暴露时间差异.另外,症状的发病率基于问卷调查主诉结果,其个体主观性较强.因此,关于性别对 SBS 的影响还将需要进一步的深入研究,同时建立与各症状相对应的医学检查及心理学调查等客观的评价依据,增强症状主诉的可靠性.

太原市燃料结构以煤炭为主,其中 SO₂一直是较为关注的主要污染物. Logistic 回归分析结果显示,室内 SO₂浓度与湿疹、手部和面部搔痒、眼睛炎症、鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心和容易感冒等症状

呈现正相关; SO₂比率与脸和头颈搔痒、恶心和容易感冒、手和手臂搔痒、湿疹及鼻黏膜炎症状呈现正相关. 目前为止,针对学校室内外环境与学生的过敏、哮喘及 SBS 的不良健康效应,国内外的研究中已有报道^[16-19]. 一项在中国台湾进行的呼吸道健康研究显示, SO₂与学龄儿童过敏性鼻炎呈现显著正相关^[20],进一步研究发现, SO₂可增加上呼吸道黏膜的渗透性,导致过敏原的渗透,增加过敏性炎症的发生^[14],儿童个人年龄累积 SO₂浓度每增加 10 μg/m³,儿童鼻炎发病率增加 2.6%^[21]. 同时,在一项针对我国 4 城市(兰州、重庆、武汉和广州)空气污染水平与健康关系的调查中,研究人员使测试者长期暴露于空气污染物,结果显示, SO₂与在校学生呼吸道症状呈现显著正相关^[22].

现代交通的快速发展及现有车辆的增加,加速了 NO₂的排放. 本研究在太原市区进行,选取的学校临近交通要道,使得室内 NO₂浓度相对较高(39 μg/m³, 16~62 μg/m³). Logistic 分析结果显示,室内 NO₂与鼻黏膜炎、喉咙干燥、头疼、恶心及湿疹等呈现正相关, NO₂比率与手和手臂搔痒、鼻黏膜炎、湿疹和容易感冒呈现正相关. 一项来自老挝的研究报道, NO₂可显著增加 5~14 岁儿童呼吸困难、鼻黏膜炎、眼睛刺痛或搔痒及湿疹等症状^[23]. 此外,来自德国杜塞尔多夫和荷兰乌德勒支的研究均发现,室外交通产生的污染物 NO₂与过敏性炎症发病率相关联^[24,25]. 另一

项中国上海的研究表明, NO₂与既往哮喘和医生诊断哮喘症状呈现正相关. 研究同时发现, 室内NO₂每增加10 μg/m³, 既往哮喘和医生诊断哮喘患病率增加40%~50%, 而且当NO₂浓度达到940 μg/m³时, 细菌和病毒性感染几率明显增加^[26].

O₃具有强烈的刺激性, 尤其是高浓度O₃会对人眼、鼻、呼吸道等造成极大的危害^[27]. 本研究中, 室内O₃与医生诊断哮喘呈现正相关, 同时O₃比率与医生诊断哮喘、鼻黏膜炎和容易感冒呈现正相关, 这与多项研究报道结果一致^[28,29]. 此外, 法国和加利福尼亚的研究显示, 室外较高的O₃浓度可增加在校学生的哮喘症状以及由于呼吸道疾病而引起的旷课率^[30,31]. 但Norbäck课题组^[26]之前针对上海儿童既往哮喘和上呼吸道的研究显示, 室内O₃浓度与呼吸道

症状呈现负相关, 然而本研究中O₃平均浓度(10 μg/m³)高于上海学校浓度(5.3 μg/m³), 因此O₃浓度与呼吸道疾病间是否存在着某种剂量的剂量-效应关系, 还需要进一步的研究论证.

4 结论

本研究发现, 太原市学校室内外环境中的SO₂、NO₂及O₃浓度较高, 而且与哮喘、湿疹及SBS症状呈现正相关. 相较于NO₂和O₃, SO₂对SBS的症状更为显著. 室内污染主要源自室外污染, 这表明可能受建筑物结构、通风不利等因素影响. 因此, 应该更加关注儿童健康, 改善煤烟型污染地区儿童校舍环境, 开展有效的早期预防措施, 从而减少教室内SBS的诱发因素.

致谢 感谢太原市中小学生卫生保健所以及所有参与本项调查研究的儿童和家长及所在学校员工的支持.

参考文献

- 1 World Health Organization (WHO). Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects. Denmark: WHO, 1982. 78
- 2 Takigawa T, Wang B L, Saijo Y, et al. Relationship between indoor chemical concentrations and subjective symptoms associated with sick building syndrome in newly built houses in Japan. *Int Arch Occup Environ Health*, 2010, 83: 225-235
- 3 Sahlberg B, Gunnbjörnsdóttir M, Soon A, et al. Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS). *Sci Total Environ*, 2013, 444: 433-440
- 4 Syazwan A I, Hafizan J, Baharudin M R, et al. Gender, airborne chemical monitoring, and physical work environment are related to indoor air symptoms among nonindustrial workers in the Klang Valley, Malaysia. *Ther Clin Risk Manag*, 2013, 9: 87-105
- 5 Saijo Y, Nakagi Y, Ito T, et al. Dampness, food habits, and sick building syndrome symptoms in elementary school pupils. *Environ Health Prev Med*, 2010, 15: 276-284
- 6 王娟, 李百战, 阳琴, 等. 重庆市学前儿童家长病态建筑综合征与住宅环境的关系. *科学通报*, 2013, 58: 2592-2602
- 7 Norbäck D. An update on sick building syndrome. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 2009, 9: 55-59
- 8 Ahmani M, Lundin A, Musabasić V, et al. Improved health after intervention in a school with moisture problems. *Indoor Air*, 2000, 10: 57-62
- 9 Björnsson E, Janson C, Norbäck D, et al. Symptoms related to the sick building syndrome in a general population sample: Associations with atopy, bronchial hyper-responsiveness and anxiety. *Int J Tuberc Lung Dis*, 1998, 2: 1023-1028
- 10 Smedje G, Norbäck D. Incidence of asthma diagnosis and self-reported allergy in relation to the school environment—A four-year follow-up study in schoolchildren. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2001, 5: 1059-1066
- 11 邓维斌, 唐兴艳, 胡大权, 等. SPSS 19 统计分析实用教程. 北京: 电子工业出版社, 2012. 8
- 12 World Health Organization (WHO). WHO Air Quality Guidelines Global Update. Denmark: WHO, 2005
- 13 Runeson R, Norbäck D, Klinteberg B, et al. The influence of personality, measured by the Karolinska Scales of Personality (KSP) on symptoms among subjects in suspected sick buildings. *Indoor Air*, 2004, 14: 394-404
- 14 Ihlebaek C, Eriksen H R, Ursin H. Prevalence of subjective health complaints (SHC) in Norway. *Scand J Public Health*, 2002, 30: 20-29
- 15 Zimmerman J L, Woodruff P G, Clark S, et al. Relation between phase of menstrual cycle and emergency department visits for acute asthma. *Am J Respir Crit Care Med*, 2000, 162: 512-515
- 16 Kim J L, Elfman L, Mi Y, et al. Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in schools—Associations with asthma and respiratory symptoms in pupils. *Indoor Air*, 2007, 17: 153-163
- 17 Kim H H, Lee C S, Jeon J M, et al. Analysis of the association between air pollution and allergic diseases exposure from nearby sources of ambient air pollution within elementary school zones in four Korean cities. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2013, 20: 4831-4846

- 18 Cai G H, Hashim J H, Hashim Z, et al. Fungal DNA, allergens, mycotoxins and associations with asthmatic symptoms among pupils in schools from Johor Bahru, Malaysia. *Pediatr Allergy Immunol*, 2011, 22: 290–297
- 19 Zhang X, Zhao Z H, Nordquist T, et al. A longitudinal study of sick building syndrome among pupils in relation to microbial components in dust in schools in China. *Sci Total Environ*, 2011, 409: 5253–5259
- 20 Hwang B F, Jaakkola J J, Lee Y L, et al. Relation between air pollution and allergic rhinitis in Taiwanese school children. *Respir Res*, 2006, 7: 23
- 21 路婵, 邓启红, 欧翠云, 等. 大气污染对儿童鼻炎发病率的影响. *科学通报*, 2013, 58: 2577–2583
- 22 Zhang J J, Hu W, Wei F H, et al. Children's respiratory morbidity prevalence in relation to air pollution in four Chinese cities. *Environ Health Perspect*, 2002, 110: 961–967
- 23 Mengersen K, Morawska L, Wang H, et al. Association between indoor air pollution measurements and respiratory health in women and children in Lao PDR. *Indoor Air*, 2011, 21: 25–35
- 24 Krämer U, Koch T, Ranft U, et al. Traffic-related air pollution is associated with atopy in children living in urban areas. *Epidemiology*, 2000, 11: 64–70
- 25 Steerenberg P A, Nierkens S, Fischer P H, et al. Traffic-related air pollution affects peak expiratory flow, exhaled nitric oxide, and inflammatory nasal markers. *Arch Environ Health*, 2001, 56: 167–174
- 26 Mi Y H, Norbäck D, Tao J, et al. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in Shanghai, China: Influence of building ventilation, nitrogen dioxide, ozone, and formaldehyde in classrooms. *Indoor Air*, 2006, 16: 454–464
- 27 Kassomenos P, Papaloukas C, Petrakis M, et al. Assessment and prediction of short term hospital admissions: The case of Athens, Greece. *Atmos Environ*, 2008, 42: 7078–7086
- 28 Lee J T, Kim H, Song H, et al. Air pollution and asthma among children in Seoul, Korea. *Epidemiology*, 2002, 13: 481–484
- 29 Tosca M A, Ruffoni S, Canonica G W, et al. Asthma exacerbation in children: Relationship among pollens, weather, and air pollution. *Allergol Immunopathol (Madr)*, 2013, doi: 10.1016/j.aller.2013.02.006
- 30 Gilliland F D, Berhane K, Rappaport E B, et al. The effects of ambient air pollution on school absenteeism due to respiratory illnesses. *Epidemiology*, 2001, 12: 43–54
- 31 Ramadour M, Burel C, Lanteaume, et al. Prevalence of asthma and rhinitis in relation to long-term exposure to gaseous air pollutants. *Allergy*, 2000, 55:1163–1169

Junior high school environment exposure in relation to pupil's sick building syndrome in Taiyuan, China

LIU RanRan¹, ZHAO ZhuoHui², DONG Chuan¹, NORBÄCK Dan³ & ZHANG Xin¹

¹Research Center for Environmental Science and Engineering, Shanxi University, Taiyuan 030006, China;

²School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China;

³Department of Medical Sciences, Occupational and Environmental Medicine, Uppsala University, Uppsala SE-751, Sweden

Indoor and outdoor environment might be related to children's asthma or sick building syndrome (SBS). A cross-sectional epidemiological study was designed and a questionnaire survey was performed in junior high school in urban areas in Taiyuan, Shanxi Province, China. Ten junior high schools were arbitrarily selected and the population consisted of 2209 pupils (11–15 years of age) in 46 classes, of which 1993 (90.2%) completed the questionnaire. Data on children's subjective symptoms compatible with SBS, asthma or other related symptoms were collected and indoor and outdoor SO₂, NO₂ and O₃ were measured by diffusion sampling. The relationship between environmental factors and SBS symptoms was analyzed by multi-level Logistic regression. The prevalence of nasal catarrh (17.6%), nasal obstruction (16.4%), dryness in the throat (14.9%) and tiredness (20.7%) was relatively high. Indoor NO₂ was positively associated with nasal catarrh (odds ratio (OR) 1.16 with 95% CI of 1.01–1.33), dryness in the throat (1.16, 1.00–1.34), headache (1.24, 1.02–1.52), nausea (1.30, 1.04–1.63) and eczema (1.86, 1.19–2.90). Indoor O₃ was only positively associated with diagnosed asthma (1.36, 1.02–1.80). Indoor SO₂ was positively associated with almost all children's sick building syndrome. The ratio between indoor and outdoor concentration was also positively associated with sick building syndrome. In general, indoor and outdoor school environment was associated with children's sick building syndrome.

sick building syndrome, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, indoor pollution, school environment

doi: 10.1360/972013-1088