重庆市学前儿童家长病态建筑综合征与住宅环境的关系

王娟^{①②}, 李百战^{①*}, 阳琴^①, 王晗^①, NORBACK Dan^②, SUNDELL Jan^{①③}

① 重庆大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045;

② Department of Medical Sciences, Uppsala University, Uppsala, SE-75185, Sweden;

③ 清华大学建筑科学技术系, 北京 100084

* 联系人, E-mail: baizhanli@cqu.edu.cn

2013-01-09 收稿, 2013-03-07 接受, 2013-04-08 网络版发表

国家自然科学基金重点项目(50838009)和国家科技支撑计划(2012BAJ02B06)资助

摘要 通过问卷调查研究了住宅环境中病态建筑综合征(sick Building syndrome, SBS)患病率和相关的危险因素. 在 2010 年 12 月到 2011 年 4 月期间, 课题组通过对重庆市的幼儿园进行随机抽样, 一共有 5299 名 3~6 岁儿童的父亲或母亲回答并返回了调查问卷. 儿童家长 SBS 患病率(每周出现 SBS 的百分比)如下: 一般性症状为 11.4%; 黏膜性症状为 7.1%; 皮肤性症状为 4.4%. 应用多元逻辑回归(通过控制家长的性别和哮喘/过敏性鼻炎/湿疹的影响)方法的分析结果表明: 住宅靠近交通干线或高速公路是一般性症状、黏膜性症状和皮肤性症状的强烈危险因素(调整比值比 aOR 分别为: aOR=2.16, $P<0.001$; aOR=2.69, $P<0.001$; aOR=1.63, $P<0.01$); 装修是一般性症状、黏膜性症状和皮肤性症状的危险因素(aOR 分别为: aOR=2.00, $P<0.001$; aOR=1.66, $P<0.01$; aOR=1.66, $P<0.05$); 新家具是一般性症状和皮肤性症状的危险因素(aOR 分别为: aOR=2.16, $P<0.001$; aOR=1.67, $P<0.01$). 潮湿问题(霉点、湿点、水损和窗户凝水)、报告出现蟑螂、老鼠、蚊子/苍蝇及使用熏香均是 SBS 的危险因素. 保护性因素包括每天清洁儿童的卧室和经常晾晒被褥. 本研究表明成年人的病态建筑综合征与住宅环境相关.

关键词

住宅
病态建筑综合征
潮湿
室内环境

自 19 世纪 70 年代中期开始, 特定建筑/房间中的居住者的症状或抱怨的报告开始增加. 1983 年, 世界卫生组织(World Health Organization, WHO)将一系列症状定义为病态建筑综合征(sick building syndrome, SBS)^[1]. 通常情况下, 居住者的 SBS 症状在离开建筑或房间时会消失. SBS 症状可以分为一般性症状(头痛、疲劳、感觉头重、注意力难以集中)、黏膜性症状(眼睛、喉咙或鼻子刺痛、咳嗽)和皮肤性症状(例如面部、手部或者头皮干燥/刺痒)^[2].

自 WHO 第一次报告 SBS 症状后, 一系列关于

SBS 症状的研究陆续展开^[3]. 这些研究总结了引起 SBS 症状的潜在危险因素. 特定的建筑因素、空气污染物、性别、过敏和工作条件均是重要的危险因素. 一个针对办公室职员的研究表明, 室外到室内的空气流速较低、通风系统工作时间少于 10 h/天、特定的污染源(例如复印机)均与较高的 SBS 症状相关^[4]. 后来 Wargocki 等人^[5,6]在气候室进行的实验研究表明, 通风率高于特定标准和指导中的最低水平能够降低 SBS 症状患病率.

SBS 症状与个人因素及环境危险因素相关. 许

引用格式: 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

英文版见: Wang J, Li B Z, Yang Q, et al. Sick building syndrome among parents of preschool children in relation to home environment in Chongqing, China. Chin Sci Bull, 2013, 58, doi: 10.1007/s11434-013-5814-2

多研究表明女性^[7~11]、过敏^[3,12]和建筑潮湿^[13,14]均是 SBS 症状的危险因素。低通风率^[4~6,15]、室内空气污染^[16,17]、心理社会因素^[18~20]、感觉空气干燥^[21]均是 SBS 症状的危险因素。

然而,引起 SBS 症状的机理仍不明确。有研究表明 SBS 症状似乎与嗅觉器官(气味)、三叉神经(刺激)系统^[22~24]及皮肤感觉^[23]等感官反应相关。环境因素和感官系统可能产生交互作用^[23]。免疫反应也可能产生一定作用。中国台湾的一个研究表明,挥发性有机化合物相关的氧化应激与办公室职员 SBS 症状相关^[25]。过敏和感染的生物标记与升高的 SBS 发病率相关^[26]。

大多数已发表的 SBS 研究主要针对职员的办公室环境,仅有少数针对住宅环境暴露。然而,日本的病态住宅综合征(sick house syndrome, SHS)研究表明潮湿症状(霉点)和半挥发性有机化合物(semi-volatile organic compounds, SVOC)与升高的 SHS 症状相关,其中 SHS 的定义与 SBS 的定义相似^[27]。斯德哥尔摩的一个研究表明,相对于租房住的人,住宅拥有者的 SBS 患病率更高^[28]。另一个瑞典的队列研究发现住宅中的潮湿症状是新产生的 SBS 症状的危险因素^[29]。对普通人来说,降低建筑中的潮湿症状对于减少 SBS 症状非常重要^[29]。

目前中国还没有已发表的关于住宅环境对 SBS 症状影响的研究(除了一些针对校园环境的 SBS 症状研究)。本研究的主要目的是调查重庆市学前儿童家长的 SBS 患病率,并研究引起 SBS 症状的住宅环境危险因素。

1 研究方法

1.1 问卷调查

本研究是中国室内环境与儿童健康关系研究中的一部分(CCHH: China, Children, Homes, Health)。它是根据已在瑞典、保加利亚、丹麦和美国展开的研究而进行的平行研究^[30~33]。本研究先进行横断面的问卷调查,然后再进行病例对照研究。问卷调查工作始于 2010 年 12 月,止于 2011 年 4 月。本研究已经通过伦理委员会批准。

1.2 研究对象的选择

调查问卷通过幼儿园的老师发放给家长。课题

组通过随机抽样方法选取了重庆市 9 个主城区中的 3 个区(沙坪坝区、九龙坡区和渝北区)。在随机抽样的 54 个幼儿园中(其中沙坪坝 15 个,九龙坡区 21 个,渝北区 18 个)共选择了 7117 位家长(1~8 岁儿童的父母)参与问卷调查。一周后,幼儿园的老师收集了完成后的问卷。

1.3 问卷

课题组首先对已在瑞典、保加利亚和美国^[30,31,33]的研究中使用的自我管理的问卷进行了改进,然后将其应用于本研究。为了使问卷更适用于中国,课题组根据中国的文化、生活方式、建筑结构和室内特点等对原问卷进行了相应修改。

问卷中关于 SBS 症状部分的问题引用自瑞典办公室疾病研究^[4]。这些问题包括:在过去的 3 个月中,您是否出现如下任何一种(或多种)症状: (1) 疲劳; (2) 感觉头重; (3) 头痛; (4) 恶心、头晕; (5) 注意力难以集中; (6) 眼睛发痒、有灼烧或刺痛感; (7) 鼻子刺痛、堵塞、流鼻涕; (8) 喉咙嘶哑、干燥; (9) 咳嗽; (10) 面部皮肤干燥、红晕; (11) 头皮或耳朵刺痒、有皮屑; (12) 手部皮肤干燥、刺痒、发红。每个问题均有 3 个选项: (1) 经常(每周); (2) 有时; (3) 否。

用于分析本研究的人口统计信息、暴露因素和建筑特点的问题有:

- (1) 性别;
- (2) 哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史(是/否);
- (3) 现阶段的吸烟习惯(是/否);
- (4) 住宅位置(城市/郊区/农村);
- (5) *当前住宅是否距离交通干线或者高速公路 200 m 以内(是/否);
- (6) 建筑建设年代(1980 年以前/1980~1990/1991~2000/2001~2005/2005 年以后);
- (7) 住宅面积($\leq 40 \text{ m}^2$ /41~60 m^2 /61~75 m^2 /76~100 m^2 /101~150 m^2 / >150 m^2);
- (8) 儿童卧室的墙面材料(墙纸/水泥/石灰/油漆/乳胶漆/其他);
- (9) 儿童卧室的地板材料(木地板/水泥/瓷砖或石头/强化木/其他);
- (10) *自母亲怀孕的前一年开始是否装修过住宅(是/否);
- (11) *自母亲怀孕的前一年开始住宅是否购买过新家具(是/否);

- (12) *是否曾经发现儿童卧室有霉点(是/否);
 (13) *是否曾经发现儿童卧室有湿点(是/否);
 (14) *是否曾经发现住宅中出现水损(是/否);
 (15) *在冬季是否发现儿童卧室的窗户内侧有凝水现象(是/否);
 (16) *是否曾经在住宅中发现蟑螂(是/否);
 (17) *是否曾经在住宅中发现老鼠(是/否);
 (18) *是否曾经在住宅中发现蚊子/苍蝇(是/否);
 (19) 是否曾经在住宅中使用蚊香或驱蚊器(是/否);
 (20) *是否曾经在住宅中使用熏香(是/否);
 (21) *现在是否养宠物(是/否); 如果是, 是哪类宠物(猫/狗/啮齿类(兔子/老鼠)/鸟类/鱼类或者爬行类/其他);
 (22) *清洁儿童卧室的频率(每天/一周两次或者更少);
 (23) *晾晒被褥的频率(经常/很少或从不);
 (24) 冬季打开儿童卧室窗户的频率(经常/很少或从不).

以上问题中标记了“*”号的意义将在 1.4 中进行说明.

1.4 室内环境危险因素得分

以上 24 个关于人口统计信息、暴露因素和建筑特点的问题中, 采用 14 个标记了“*”号的问题建立了室内环境危险因素得分(0~14). 问题 22 改为询问是否每天清洁儿童卧室(是/否, “是”编码为“0”, “否”编码为“1”); 问题 23 改为询问是否经常晾晒被褥(是/否, “是”编码为“0”, “否”编码为“1”). 其他 12 个标记了“*”号问题的“是”答案编码为“1”, “否”答案编码为“0”. 根据上述原则就可以计算每个回答者回答了 14 个标记“*”号问题后的总得分.

接下来建立了另一个室内环境危险因素得分的分类变量, 分类规则为: 将室内环境危险因素得分 0, 1, 2 和 3 归类为分类变量中的得分 0; 将室内环境危险因素得分 4 归类为分类变量中的得分 1; 将室内环境危险因素得分 5 归类为分类变量中的得分 2; 将室内环境危险因素得分 6 归类为分类变量中的得分 3; 将室内环境危险因素得分大于等于 7 归类为分类变量中的得分 4.

1.5 统计分析方法

本研究的数据分析均基于病例组和对照组, 对

危险因素和 SBS 症状间的相关性分析均通过对病例组和对照组进行比较. 病例组中: 一般性症状组为报告每周至少有一种一般性症状家长的集合; 黏膜性症状组为报告每周至少有一种黏膜性症状家长的集合; 皮肤性症状组为报告每周至少有一种皮肤性症状家长的集合; 3 种 SBS 症状组为每周至少有一种一般性症状、一种黏膜性症状和一种皮肤性症状的集合. 对照组为报告从未有特定症状家长的集合. 分析结果用一般性症状(至少一种)、黏膜性症状(至少一种)、皮肤性症状(至少一种)和 3 种 SBS 症状表述.

本研究中所有的分析均采用 SPSS17.0 进行. 首先, 采用卡方检验计算环境暴露相关百分比的统计显著性差异. 接下来采用逻辑回归模型分析 SBS 症状与建筑位置、性别、哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史和吸烟习惯的相关性, 并运用逻辑回归模型(enter method)对 18 个住宅暴露因素(问题 5 和问题 8~24)和 SBS 症状的相关性进行分析, 调整因素为性别和哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史. 由于模型中变量相对较多, 采用逐步多元回归模型(forward elimination, condition method)筛选出与 SBS 症状相关性较高的变量. 随后, 对逐步多元回归模型的分析结果与最初的逻辑回归模型的结果进行比较.

然后, 运用逻辑回归模型(enter method)计算 SBS 症状和室内环境危险因素得分(连续性变量, 0~14). 结果用比值比(odds ratio, OR)表述, OR 为室内环境危险因素得分(连续性变量, 0~14)的每一步的增长(一共 14 步)对产生 SBS 症状的危险性的影响. 然后将建立的室内环境危险因素得分的分类变量(得分为 0, 1, 2, 3, 4, 同前描述)运用到逻辑回归模型中, 用来分析不同得分数值和 SBS 症状间的相关性.

分析结果采用 OR 和 95%置信区间(CI)表述, 当 P 值小于 0.05 时, 分析结果视为具有统计性差异. 在所有的统计分析中均采用双侧检验, 显著性水平 P 值取 0.05.

2 结果

7117 份调查问卷中, 一共回收了 5299 份问卷, 回收率为 74.5%. 不同幼儿园的回收率有小幅差异. 最初, 由于 1, 2, 7 和 8 岁儿童的数量较少, 因此剔除了这些儿童家长回复的 194 份问卷. 其次, 剔除了未回答一些特定问题的问卷: 155 份没有回答儿童的性别; 392 份没有回答问卷家长的性别; 308 份由祖父母

回答的问卷,因为无法得知儿童父母的哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史。这样,纳入最终分析的问卷数量为 4250 份。表 1 给出了人口统计信息(各数据均已剔除该问题相应的缺失值)。相对于女性来说,男性的过敏病史较低但是吸烟率较高。表 2 给出了住宅环境情况(各数据均已剔除该问题相应的缺失值)。

表 3 给出了报告“经常(每周)”出现 SBS 症状的百分比(各数据均已剔除该问题相应的缺失值)。不同年龄孩子(3~6 岁)的家长间的一般性症状、黏膜性症状和皮肤性症状的报告率并没有显著性差异(数据未给出)。

一般性症状组中病例组有 483 人,对照组有 753 人;黏膜性症状组中病例组有 300 人,对照组有 930 人;皮肤性症状组中病例组有 188 人,对照组有 1906 人;3 种 SBS 症状组中病例组有 32 人,对照组有 457 人。

表 4 为通过逻辑回归模型计算的建筑位置、性别、哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史、吸烟习惯和 SBS 症状相关性的 OR 值。相对于其他症状,一般性症状在农村家长中较低。报告有哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史是 SBS 症状的显著危险因素。有哮喘病史、有过过敏性鼻炎病史及有湿疹病史均与 SBS 症状显著相关(数据未给出)。就总体而言,吸烟习惯与 SBS 症状无关。男性吸烟与自身的一般性症状显著相关,但是与黏膜性症状和皮肤性症状无关(数据未给出)。

表 5 分析了住宅环境、生活习惯和 SBS 症状的相关性。住宅靠近交通干线或高速公路、装修、新家具、宠物和其他不良室内环境指标,如潮湿症状、蟑螂、蚊子/苍蝇等均是一般性症状、黏膜性症状、皮肤性症状或 3 种 SBS 症状的危险因素。强化木地板是一般性症状的危险因素。猫和狗是本研究中最常报告的宠物(4250 位家长中,有 219 位报告养猫,398 位报告养狗)。养猫对产生黏膜性症状有负面影响的趋势(aOR(95%CI): 1.63(0.95, 2.82), $P=0.078$);而养狗

对产生一般性症状有负面影响的趋势(aOR(95%CI): 1.54(0.95, 2.50), $P=0.083$)。每天清洁儿童卧室和经常晾晒被褥均为 SBS 症状的保护因素。本研究中建筑的不同建设年代、建筑面积和 SBS 症状之间没有显著相关性(数据未给出)。对包括建筑位置、性别、哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史、吸烟习惯和表 5 中的所有其他住宅环境因素采用逐步回归方法(forward elimination, condition method)对模型进行简化,获得了同前述统计模型(表 4 和 5, enter method)相似的结果(表 6)。

表 7 为采用逻辑回归模型分析 SBS 症状和室内环境危险因素得分(连续性变量, 0~14)相关性的结果。SBS 症状与每一单位危险因素得分的增长显著相关。表 8 为采用逻辑回归模型分析 SBS 症状和室内环境危险因素得分(分类变量)相关性的结果。总体来说,得分越高,患 SBS 症状的危险性就越高。

3 讨论

相对于其他研究,重庆市学前儿童(3~6 岁)家长 SBS 症状的周报告率并不高。本研究表明室内环境危险因素与成年人 SBS 症状相关。本研究中最显著的危险因素有住宅靠近交通干线或高速公路、潮湿症状、装修、新家具、出现蟑螂、老鼠和蚊子/苍蝇;保护性因素有经常清洁和经常晾晒被褥。其他受损的室内环境表征增加了患 SBS 症状的风险。农村的家长比城市的家长报告了更多的一般性症状,但是黏膜性症状和皮肤性症状并没有显著性差异。与经常患 SBS 症状(每周至少有一种一般性症状、一种黏膜性症状和一种皮肤性症状)家长相关的最重要的危险因素有哮喘、过敏性鼻炎及湿疹病史、住宅靠近交通干线或高速公路、新家具、蟑螂;最重要的保护因素为经常晾晒被褥。

流行病学研究可能受到选择性偏差的影响。本

表 1 参与调查家长的人口统计信息

		总计 $n(\%)$	男 $n(\%)$	女 $n(\%)$	$P^{a)}$
		4250(100)	1257(29.6)	2993(70.4)	
哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹病史 ^{b)}	是	220(5.5)	43(3.7)	177(6.3)	0.001
哮喘	是	65(1.5)	20(1.6)	45(1.5)	0.840
过敏性鼻炎	是	108(2.5)	18(1.4)	90(3.0)	0.003
湿疹	是	68(1.6)	12(1.0)	56(1.9)	0.029
吸烟习惯 ^{c)}	是	659(16.2)	602(50.9)	57(2.0)	<0.001

a) 卡方检验的 P 值; b) 报告曾经患有哮喘、过敏性鼻炎或者湿疹; c) 现阶段是否吸烟

表 2 参与调查家长的住宅环境情况($n=4250$)

住宅环境		$n(\%)$
建筑位置	城市	2886(71.2)
	郊区	761(18.8)
	农村	403(10.0)
住宅靠近交通干线或高速公路 ^{a)}	是	1749(44.4)
建筑建设年代	1980 年以前	146(3.7)
	1980~1990 年	365(9.1)
	1991~2000 年	897(22.5)
	2001~2005 年	1399(35.1)
	2005 年以后	1184(29.7)
住宅面积(m^2)	≤ 40	591(14.6)
	41~60	531(13.1)
	61~75	751(18.6)
	76~100	1047(25.9)
	101~150	931(23.0)
	>150	196(4.8)
墙面材料	壁纸	485(11.7)
	油漆	354(8.6)
	石灰	763(18.5)
	水泥	323(7.8)
	乳胶漆	1908(46.2)
	其他	295(7.1)
地板材料	木地板	719(17.6)
	水泥	719(17.6)
	瓷砖/石头	1401(34.3)
	强化木	1162(28.4)
	其他	89(2.2)
装修 ^{b)}	是	1199(34.2)
新家具 ^{c)}	是	2209(57.5)
潮湿症状 ^{d)}	是	1615(44.1)
霉点	是	208(5.4)
湿点	是	329(8.5)
水损	是	339(9.2)
凝水	是	1204(30.0)
蟑螂 ^{e)}	是	2961(76.2)
老鼠 ^{e)}	是	1647(44.3)
蚊子/苍蝇 ^{e)}	是	3361(85.6)
现在是否养宠物	是	856(21.1)
蚊香或驱蚊器 ^{f)}	是	3496(86.6)
熏香 ^{f)}	是	679(17.1)
每天清洁	是	1642(40.8)
经常晾晒被褥	是	1670(41.0)
冬季经常开窗	是	1436(35.9)

a) 住宅距离交通干线或高速公路 200 m 以内; b) 自母亲怀孕的前一年开始到现在期间对住宅进行过装修; c) 自母亲怀孕的前一年开始到现在期间购买过新家具; d) 报告有 4 种潮湿症状中的任何一种: 霉点、湿点、水损、冬季窗户内侧出现凝水; e) 住宅中曾出现蟑螂、老鼠、蚊子/苍蝇; f) 住宅中曾使用过蚊香/驱蚊器、熏香

表 3 参与调查家长 SBS 症状周报告率的百分比(%)

	总计	女	男
数量 $n(\%)$	4250(100)	2993(70.4)	1257(29.6)
一般性症状 ≥ 1	11.4	11.3	11.1
疲劳	8.4	8.1	9.0
感觉头重	1.8	1.7	2.0
头痛	1.9	1.9	1.7
恶心、头晕	1.0	1.1	0.7
注意力难以集中	2.9	2.9	2.9
黏膜性症状 ≥ 1	7.1	7.3	6.6
眼睛发痒、有灼烧或刺痛感	2.1	2.2	1.8
鼻子刺痛、堵塞、流鼻涕	2.5	2.7	2.1
喉咙嘶哑、干燥	3.2	3.2	3.0
咳嗽	1.5	1.2	2.1
皮肤性症状 ≥ 1	4.4	4.5	4.3
面部皮肤干燥、红晕	1.6	1.8	1.1
头皮或耳朵刺痒、有皮屑	3.0	2.9	3.2
手部皮肤干燥、刺痒、发红	0.5	0.5	0.7
3 种 SBS 症状 (≥ 1 一般性症状且 ≥ 1 黏膜性 症状 且 ≥ 1 皮肤性症状)	0.8	0.6	1.0

研究纳入了横断面研究的所有家长, 调查前课题组并不知晓他们的健康状况. 其次, 研究的样本量足够大, 回收率也较高(74.5%). 因此在研究人群中不大可能存在个体的选择性偏差. 然而, 相对于重庆市不同年龄段成年人来说, 本研究的研究对象更能代表的是年轻的家长, 特别是已经生育过的家长.

流行病学研究中另一个潜在的问题是回忆性偏差. 调查人群可能过高或者过低估计自身的症状或者室内环境危险因素指标. 本研究中关于 SBS 症状的回忆性偏差应该不存在问题, 因为课题组询问的是过去 3 个月中出现的 SBS 症状. 信息偏差, 即调查人群先前就对特定的危险因素有一定认识, 是另一个潜在问题. 然而, 中国人群对本研究中涉及的 SBS 症状的危险因素(如墙面和地板材料、潮湿症状及生活方式等)并不十分了解. 我们也注意到, 此问卷已经在瑞典、保加利亚和美国进行过多次测试, 并未发现信息偏差^[30,31,33].

本研究中霉点、湿点、窗户凝水和清洁习惯的问题均基于儿童卧室, 这可能导致一些错误分类(mis-classification)情况, 但是我们依然发现了这些问题和家长 SBS 症状的高相关性. 通常情况下, 中国家

表 4 建筑位置、性别、哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史、吸烟习惯与 SBS 症状的相关性分析 OR(95%CI)^{a)}

		一般性症状	黏膜性症状	皮肤性症状	3 种 SBS 症状
建筑位置	城市	1.00	1.00	1.00	1.00
	郊区	1.02(0.76,1.38)	0.91(0.65,1.27)	0.74(0.48,1.14)	0.78(0.29,2.12)
	农村	0.58(0.39,0.88)*	1.01(0.64,1.60)	0.80(0.47,1.37)	1.16(0.38,3.50)
性别	女	1.00	1.00	1.00	1.00
	男	0.82(0.64,1.05)	0.86(0.64,1.14)	0.86(0.62,1.19)	1.28(0.62,2.66)
哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史	是	6.01(3.33,10.8)***	11.2(6.33,19.8)***	5.42(3.28,8.94)***	38.1(10.7,136)***
吸烟习惯	是	1.19(0.88,1.62)	1.14(0.80,1.63)	1.08(0.73,1.60)	1.53(0.64,3.69)

a) *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

表 5 住宅环境、生活习惯与 SBS 症状的相关性分析 aOR(95%CI)^{a)}

		一般性症状	黏膜性症状	皮肤性症状	3 种 SBS 症状
住宅靠近交通干线或高速公路	是	2.16(1.68,2.77)***	2.69(2.01,3.61)***	1.63(1.18,2.25)**	3.46(1.51,7.92)**
墙面材料	其他	1.00	1.00	1.00	1.00
	油漆/乳胶漆	1.25(0.98,1.60)	1.03(0.77,1.36)	1.12(0.81,1.55)	1.40(0.61,3.19)
地板材料	水泥/瓷砖/石头	1.00	1.00	1.00	1.00
	木地板	0.86(0.62,1.19)	0.78(0.53,1.15)	0.70(0.44,1.11)	0.59(0.18,1.99)
	强化木	1.37(1.04,1.82)*	1.17(0.84,1.63)	0.96(0.67,1.38)	1.68(0.70,4.03)
装修	是	2.00(1.52,2.64)***	1.66(1.21,2.28)**	1.66(1.18,2.33)*	2.07(0.87,4.91)
新家具	是	2.16(1.68,2.78)***	1.67(1.24,2.23)**	1.38(0.99,1.94)	3.21(1.30,7.90)*
霉点	是	2.53(1.43,4.50)**	3.98(2.36,6.71)***	1.64(0.84,3.21)	1.39(0.17,11.1)
湿点	是	2.26(1.40,3.65)*	2.35(1.46,3.79)***	1.90(1.12,3.22)*	2.66(0.64,11.2)
水损	是	2.27(1.46,3.53)***	3.34(2.04,5.48)***	1.98(1.21,3.25)**	1.67(0.36,7.73)
凝水	是	1.97(1.50,2.58)***	1.98(1.46,2.68)***	1.68(1.20,2.34)**	2.48(1.04,5.89)*
蟑螂	是	3.03(2.24,4.11)***	2.03(1.43,2.88)***	1.48(1.00,2.19)*	3.34(1.11,10.1)*
老鼠	是	1.73(1.34,2.24)***	1.93(1.44,2.60)***	1.88(1.35,2.61)***	1.22(0.52,2.86)
蚊子/苍蝇	是	2.72(1.88,3.92)***	2.50(1.58,3.96)***	4.28(2.08,8.82)***	8.65(1.07,70.2)*
宠物	是	1.61(1.18,2.18)**	1.46(1.05,2.02)*	1.33(0.91,1.94)	0.96(0.33,2.79)
蚊香或驱蚊器	是	1.31(0.94,1.82)	1.35(0.91,2.02)	1.41(0.87,2.29)	1.24(0.45,3.43)
熏香	是	1.59(1.15,2.21)**	1.43(0.97,2.11)	1.06(0.70,1.61)	1.72(0.59,5.03)
每天清洁	是	0.59(0.46,0.76)***	0.50(0.37,0.68)***	0.86(0.62,1.18)	0.78(0.35,1.75)
经常晾晒被褥	是	0.56(0.44,0.72)***	0.50(0.37,0.68)***	0.66(0.47,0.92)*	0.28(0.11,0.70)**
冬季经常开窗	是	0.89(0.69,1.15)	0.80(0.59,1.08)	0.92(0.66,1.28)	0.91(0.39,2.16)

a) 对性别、哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史进行调整。*** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

庭的住宅并不大,卧室相邻。因此,潮湿和其他不良因素可能对所有家庭成员产生影响。

统计模型也可能影响分析结果。本研究通过不同测试获得了一致性结论,进入法和逐步回归法的逻辑回归模型分析结果具有良好的协同性。本研究表明一般性症状和黏膜性症状的报告率均较皮肤性症状高。中国太原的研究中初中生每周出现黏膜性

症状和一般性症状的比率比本研究高 3~4 倍^[34]。在瑞典办公室^[4]和住宅^[35]的研究中,所有症状的比率均达到本研究的 2 倍左右。

本研究中不同性别间 SBS 症状报告率仅有微小差异,这与另一个关于中国中学生的 SBS 症状的研究结论一致^[34]。在所有其他先前的研究中,女性 SBS 症状的患病率均比男性高出 2~3 倍^[3,4,18,35~37]。有一些

表 6 通过向前逐步回归模型获得的与 SBS 症状显著相关的变量(进入模型 P 值为 $P<0.10$)

	OR(95%CI)	P
一般性症状		
哮喘、过敏性鼻炎或者 湿疹病史	3.47(1.54,7.83)	0.003
住宅靠近交通干线或 高速公路	2.06(1.44,2.95)	<0.001
新家具	2.05(1.42,2.94)	<0.001
湿点	2.43(1.08,5.44)	0.031
凝水	1.83(1.25,2.69)	0.002
蟑螂	2.57(1.69,3.91)	<0.001
蚊子/苍蝇	1.79(1.07,2.99)	0.026
熏香	1.76(1.08,2.87)	0.023
每天清洁	0.62(0.43,0.90)	0.012
经常晾晒被褥	0.60(0.42,0.87)	0.007
黏膜性症状		
哮喘、过敏性鼻炎或者 湿疹病史	6.48(3.21,13.1)	<0.001
住宅靠近交通干线或 高速公路	2.38(1.60,3.53)	<0.001
霉点	2.40(1.11,5.18)	0.026
水损	2.74(1.36,5.52)	0.005
凝水	1.68(1.12,2.54)	0.013
每天清洁	0.57(0.38,0.87)	0.009
经常晾晒被褥	0.59(0.39,0.88)	0.010
皮肤性症状		
哮喘、过敏性鼻炎或者 湿疹病史	4.49(2.35,8.59)	<0.001
住宅靠近交通干线或 高速公路	1.68(1.09,2.56)	0.018
湿点	2.63(1.30,5.30)	0.007
老鼠	1.69(1.11,2.59)	0.016
蚊子/苍蝇	3.17(1.35,7.45)	0.008
经常晾晒被褥	0.53(0.34,0.82)	0.005
3 种 SBS 症状		
哮喘、过敏性鼻炎或者 湿疹病史	19.4(2.59,145)	0.004
住宅靠近交通干线或 高速公路	4.36(1.45,13.1)	0.009
新家具	3.14(1.05,9.34)	0.040
蟑螂	9.37(1.71,51.4)	0.010
经常晾晒被褥	0.24(0.08,0.78)	0.017

表 7 SBS 症状和室内环境危险因素得分(连续性变量, 0~14)的相关性分析结果

	aOR(95%CI) ^{a)}	P
一般性症状	1.63(1.47,1.79)	<0.001
黏膜性症状	1.30(1.20,1.42)	<0.001
皮肤性症状	1.24(1.12,1.37)	<0.001
3 种 SBS 症状	1.59(1.25,2.04)	<0.001

a) 对性别、哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史进行调整

表 8 SBS 症状和室内环境危险因素得分(分类变量)的相关性分析结果

	aOR(95%CI) ^{a)}	P
一般性症状		
得分 0~4	—	<0.001
得分为 0	1.00	—
得分为 1	2.20(1.12,4.32)	0.023
得分为 2	6.13(3.34,11.3)	<0.001
得分为 3	6.28(3.37,11.7)	<0.001
得分为 4	17.5(9.50,32.1)	<0.001
黏膜性症状		
得分 0~4	—	<0.001
得分为 0	1.00	—
得分为 1	1.39(0.65,2.96)	0.396
得分为 2	1.82(0.90,3.68)	0.093
得分为 3	1.77(0.88,7.57)	0.109
得分为 4	4.05(2.17,7.57)	<0.001
皮肤性症状		
得分 0~4	—	0.003
得分为 0	1.00	—
得分为 1	2.15(0.86,5.34)	0.100
得分为 2	2.75(1.17,6.50)	0.021
得分为 3	1.62(0.65,4.03)	0.300
得分为 4	3.80(1.69,8.56)	0.001
3 种 SBS 症状		
得分 0~4	—	0.002
得分为 0	1.00	—
得分为 1	5.11(0.48,54.1)	0.176
得分为 2	15.7(1.66,149)	0.016
得分为 3	4.71(0.38,59.1)	0.230
得分为 4	40.7(4.58,361)	0.001

a) 对性别、哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史进行调整

研究讨论了导致性别差异的可能原因^[4,38,39]。一个通过对 SBS 症状进行临床检查的研究证实了女性患 SBS 症状的比率高的真实性,并非虚假报告^[38]。这也可能是女性主观感觉较灵敏的原因^[10]。本研究表明哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史与较高的 SBS 症状报告率显著相关,这与其他研究的结论一致^[3,4,34,35,40]。

本研究一个重要的发现是住宅靠近交通干线或高速公路的家长报告了更多的 SBS 症状。中国太原关于学校中 SBS 症状调查的横断面研究发现与机动车辆运行相关的室外空气污染物,如 NO₂,以及燃烧煤炭相关的污染物 SO₂ 与初中生的 SBS 症状正相

关^[34]。住宅旁自我报告的较高的车流量暴露与哮喘、鼻炎和湿疹症状报告率的增加相关^[41]。本研究并没有测试室外空气污染物浓度,但是,重庆市一个关于高速公路收费站室内和室外的空气污染的研究表明,室内和室外 CO, NO₂ 和 PM₁₀ 的平均浓度高度相关,并超过了室内空气质量标准^[42]。重庆市的一个研究发现住宅室内 PM₁₀ 浓度水平暴露对人群的影响最大,颗粒物浓度对市区中心和东北部的人群的危险影响最高^[43]。重庆市近期关于空气中微小颗粒物污染的研究表明交通要道上的 PM_{2.5} 主要来自于汽车尾气排放^[44]。

本研究发现地板材料与 SBS 症状相关。相对于水泥/瓷砖/石头地板而言,强化木地板是 SBS 症状的危险因素。强化木地板是住宅中化学物质的污染源。装修和新家具均是 SBS 症状的危险因素;相对于装修,新家具与 SBS 症状间相关的一致性较高。在中国家庭的传统中,装修和购买新家具通常在同一个时间段进行。Jaakkola 等人^[45]在俄罗斯的研究发现新刨花板、新家具和新刷油漆均与 8~12 岁儿童哮喘和过敏性疾病相关。瑞典的队列研究发现在室内刷油漆增加了 SBS 症状的发病率^[26]。一个关于住宅中 SBS 症状的研究发现装修、涂层材料及挥发性有机化合物(volatile organic compounds, VOC)均与 SBS 症状正相关^[46]。日本通过对新建建筑中污染物进行测试发现较高的甲醛浓度增加了 SBS 症状的报告率^[47]。日本关于 SHS 的研究表明半挥发性有机物浓度与较高的 SBS 症状报告率正相关^[27]。

本研究也发现住宅中使用熏香是 SBS 症状的危险因素。在主要信仰佛教和道教的亚洲国家中,燃烧熏香可能是每日的例行活动。熏香的烟气包含颗粒物、气态产物和许多有机化合物^[48]。中国台湾的一个研究发现每天使用熏香的人比每月使用两次熏香的人的 PM₁₀ 平均暴露量多 43.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^[49]。阿拉伯联合酋长国关于室内空气污染物和健康的研究结果表明每天燃烧熏香与头痛、注意力难以集中和健忘症状的增加显著相关^[50]。燃烧熏香是引起阿曼哮喘儿童出现喘息症状的一个常见诱导因素^[51]。住宅中的熏香烟气可能增加中国男性吸烟者患肺癌的危险性^[52]。减少暴露于熏香烟气中的时间能大大起到降低影响健康的风险。

本研究再次证实了许多研究中关于潮湿和与潮湿相关的生物因素对 SBS 症状具有危险影响的结论。日本一个对住宅建筑的研究发现几个潮湿症状同时出现增加了患 SBS 症状的危险^[53]。另一个瑞典研究

也得到了相同的结论^[29]。Bornehag 等人^[35]发现潮湿问题,例如窗户内侧出现凝水、地板潮湿及住宅中其他的可见霉点和/或湿点均与 SBS 症状显著相关。关于室内环境中的潮湿现象及微生物污染情况已有大量报道。潮湿建筑中滋生的霉菌、酵母、木生根真菌及细菌可能通过不同的生物机制影响人体健康,如感染、过敏、高敏反应和刺激反应等^[54]。另一个日本的研究发现女大学生夜间喘息症状与当前建筑中的潮湿现象相关^[55]。屋尘螨是引起过敏性哮喘、鼻炎及湿疹最重要的过敏原之一,它在高相对湿度的潮湿环境中较普遍。中国的一个研究表明屋尘螨是哮喘和/或鼻炎病人中最常见的过敏原^[56]。日本一项针对 620 名居民进行的研究显示住宅中微生物挥发性有机物浓度的增加与住宅中的黏膜性症状相关^[57]。生物性气胶与病态建筑综合征存在相关性,一项毒理学研究提供了一些证据支持它的可信度^[58]。然而,人们依然并不清楚到底哪些生物性气胶能够解释这些非特异性症状,这一方面仍需更深入的研究。

流行病学研究中对宠物过敏原(比如猫、狗过敏原)、蟑螂过敏原和人体健康关系的讨论非常广泛。本研究没有测试宠物和蟑螂过敏原,但是我们发现喂养宠物与一般性症状和黏膜性症状的增加相关,挪威一个针对 4 所大学建筑的研究也获得了一致性结论^[59]。本研究表明住宅中曾出现蟑螂与 3 种 SBS 症状均相关,蟑螂过敏原在中国比较常见^[56]。本研究第一次报告了住宅中曾出现老鼠、蚊子/苍蝇与 SBS 症状的相关性。本研究发现蟑螂、老鼠、蚊子/苍蝇与潮湿住宅具有很高的相关性。老鼠和蚊子/苍蝇过敏原在近期的研究中已有所报道。美国一个关于住宅的研究发现,室内出现啮齿类动物或者蟑螂与室内老鼠过敏原浓度的增加相关,尤其是在使用拖把拖地而非吸尘器进行清洁的住宅中^[60]。关于学校中老鼠过敏原水平的报告非常多,这可能会使学生受到深度暴露^[61]。已有研究报告了蚊子过敏原和人体健康间的相关性。一个对波多黎各人的研究发现对蚊子的敏感反应(OR=2.25, $P<0.02$)增加了个人患鼻炎的可能性^[62]。被以食血为生的昆虫叮咬后,至少 75% 的人的皮肤会产生局部过敏反应,出现鞭痕或丘疹^[63]。本研究发现报告住宅中曾出现蚊子/苍蝇的情况非常普遍,并且与使用蚊香相关($P<0.001$)。因此,并不清楚是蚊子过敏原还是燃烧蚊香释放的化学物质引起 SBS 症状,这方面需要更深入的研究

以证实诱发因素。

本研究也发现了一些保护性因素。每天清洁和经常晾晒被褥均与 SBS 症状负相关。已经发表的研究中还未发现关于住宅环境中清洁频率与 SBS 症状相关性的报道。清洁和晾晒被褥可能与减少室内屋尘过敏原暴露相关。一个关于学校的研究发现, 清洁桌椅和窗帘的频率越高, 室内降尘中猫和狗的过敏原浓度就越低。用湿拖把拖地的清洁方法与空气中更多的细菌相关, 但是与干式清洁相比, 降尘更少^[64]。重庆四季呈现高相对湿度, 本研究中报告被褥潮湿的情况非常普遍(数据未给出)。通常人们认为

晾晒被褥是好习惯, 据了解, 本研究是第一个通过流行病学调查证实该说法的研究。

4 结论

成年人 SBS 症状与自身哮喘、过敏性鼻炎或湿疹病史相关。对中国居民来说, 住宅环境因素, 特别是住宅靠近交通干线或高速公路、潮湿症状、新家具等可能增加患 SBS 症状的危险性。本研究的结论表明控制来自于室内表面材料产生的污染及降低住宅中潮湿症状的必要性, 并鼓励通过经常清洁和晾晒被褥来降低室内环境中潜在存在的过敏原。

致谢 感谢重庆大学 CCHH 课题组的支持。感谢回答问卷的家长及幼儿园的老师给予本调研提供的帮助。

参考文献

- 1 WHO. Indoor Air Pollutants: Exposure and Health Effects. WHO EURO Reports and Studies. Copenhagen: World Health Organization, 1983. Report No. 1983: 78
- 2 Akimenko V V, Andersen I, Lebowitz M D, et al. The sick building syndrome. *Indoor Air*, 1986, 6: 87-97
- 3 Mendell M J. Non-specific symptoms in office workers: A review and summary of the epidemiological literature. *Indoor Air*, 1993, 3: 227-236
- 4 Sundell J. On the association between building ventilation characteristics, some indoor environmental exposures, some allergic manifestations and subjective symptom reports. *Indoor Air*, 1994, 4: 7-49
- 5 Wargocki P, Wyon D P, Sundell J, et al. The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity. *Indoor Air*, 2000, 10: 222-236
- 6 Wargocki P, Lagercrantz L, Witterseh T, et al. Subjective perceptions, symptom intensity and performance: A comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office. *Indoor Air*, 2002, 12: 74-80
- 7 Skov P, Valbjorn O, Pedersen B V, et al. Influence of personal characteristics, job-related factors and psychosocial factors on the sick building syndrome. *Scand J Work Environ Health*, 1989, 15: 266-295
- 8 Zweers T, Preller L, Brunekreef B, et al. Health and indoor climate complaints of 7043 office workers in 61 buildings in the Netherlands. *Indoor Air*, 1992, 2: 127-136
- 9 Engvall K, Norrby C, Bandel J. Development of a multiple regression model to identify multi-family residential buildings with a high prevalence of sick building syndrome (SBS). *Indoor Air*, 2000, 10: 101-110
- 10 Brasche S, Bullinger M, Morfeld M, et al. Why do women suffer from sick building syndrome more often than men? Subjective higher sensitivity versus objective causes. *Indoor Air*, 2001, 11: 217-222
- 11 Runeson R, Wahlstedt K, Wieslander G. Personal and psychosocial factors and symptoms compatible with sick building syndrome in the Swedish workforce. *Indoor Air*, 2006, 16: 445-453
- 12 Molhave L, Liu Z, Jorgensen A H, et al. Sensory and physiological effects on humans of combined exposures to air temperatures and volatile organic compounds. *Indoor Air*, 1993, 3: 155-169
- 13 Bornehag C G, Blomquist G, Gyntelberg F, et al. Dampness in buildings and health. Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to "dampness" in buildings and health effects (NORDDAMP). *Indoor Air*, 2001, 11: 72-86
- 14 Engvall K, Norrby C, Norbäck D. Ocular, airway, and dermal symptoms related to building dampness and odors in dwellings. *Arch Environ Health*, 2002, 57: 304-310
- 15 Engvall K, Wickman P, Norbäck D. Sick building syndrome and perceived indoor environment in relation to energy saving by reduced ventilation flow during heating season: A year intervention study in dwellings. *Indoor Air*, 2005, 15: 120-126
- 16 Daisey J M, Angell W J, Apte M G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: An analysis of existing information. *Indoor Air*, 2003, 13: 53-64

- 17 Redlich C A, Sparer J, Cullen M R. Sick-building syndrome. *Lancet*, 1997, 349: 1013–1016
- 18 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
- 19 Wallace L A, Nelson C J, Highsmith R, et al. Association of personal and workplace characteristics with health, comfort and odor: A survey of 3948 office workers in three buildings. *Indoor Air*, 1993, 3: 193–205
- 20 Eriksson N, Hoog J, Stenberg B, et al. Psychosocial factors and the 'sick building-syndrome': A case-referent study. *Indoor Air*, 1996, 6: 101–110
- 21 Sundell J, Lindvall T. Indoor air humidity and the sensation of dryness as risk indicators of SBS. *Indoor Air*, 1993, 3: 382–390
- 22 Cain W S. Interactions among odours, environmental factors, and ventilation. *Indoor Clim*, 1979, 257–272
- 23 Berglund B, Lindvall T. Sensory reactions to sick buildings. *Environ Inter*, 1986, 12: 147–159
- 24 Molhave L. Controlled experiments for studies of the sick building syndrome. *Ann N Y Acad Sci*, 1992, 641: 46–55
- 25 Lu C Y, Ma Y C, Lin J M, et al. Oxidative stress associated with indoor air pollution and sick building syndrome-related symptoms among office workers in Taiwan. *Inhal Toxicol*, 2007, 19: 57–65
- 26 Sahlberg B, Norbäck D, Wieslander G, et al. Onset of mucosal, dermal, and general symptoms in relation to biomarkers and exposures in the dwelling: A cohort study from 1992 to 2002. *Indoor Air*, 2012, 22: 331–338
- 27 Kanazawa A, Saito I, Araki A, et al. Association between indoor exposure to semi-volatile organic compounds and building-related symptoms among the occupants of residential dwellings. *Indoor Air*, 2010, 20: 72–84
- 28 Engvall K, Hult M. A new multiple regression model to identify multi-family houses with a high prevalence of sick building symptoms "SBS", within the healthy sustainable house study in Stockholm (3H). *Int Arch Occup Environ Health*, 2010, 83: 85–94
- 29 Sahlberg B, Wieslander G. Sick building syndrome in relation to domestic exposure in Sweden-A cohort study from 1991 to 2001. *Scand J Public Health*, 2010, 38: 232–238
- 30 Bornehag C G, Sundell J, Hägerhag-Engman L, et al. 'Dampness' at home and its association with airway, nose and skin symptoms among 10851 preschool children in Sweden: A cross-sectional study. *Indoor Air*, 2005, 15: 48–55
- 31 Naydenov K, Sundell J, Melikov A, et al. The home environment and allergies among Bulgarian children. In: *Proceedings of the 10th international conference on indoor air quality and climate Beijing, China*. 2005, 3574–3575
- 32 Beko G, Lund T, Nors F, et al. Ventilation rates in the bedrooms of 500 Danish children. *Build Environ*, 2010, 45: 2289–2295
- 33 Sun Y, Sundell J. Life style and home environment are associated with racial disparities of asthma and allergy in Northeast Texas children. *Sci Total Environ*, 2011, 409: 4229–4234
- 34 Zhang X, Zhao Z, Nordquist T, et al. The prevalence and incidence of sick building syndrome in Chinese pupils in relation to the school environment: A two-year follow-up study. *Indoor Air*, 2011, 21: 462–471
- 35 Bornehag C G, Sundell J, Hägerhed L, et al. Dampness in dwellings and sick building symptoms among adults: A cross-sectional study on 8918 Swedish homes. In: *Proceedings of 7th International Conference on Health Buildings Singapore*. 2003, 1: 582
- 36 Apter A, Bracker A, Hodgson M, et al. Epidemiology of the sick building syndrome. *J Allergy Clin Immunol*, 1994, 277–288
- 37 Hodgson M. The sick-building syndrome. *Occup Med*, 1995, 10: 167–175
- 38 Stenberg B, Wall S. Why do women report 'sick building symptoms' more often than men? *Soc Sci Med*, 1995, 40: 491–502
- 39 Raw G, Grey A. Sex differences in sick building syndrome. *Indoor Air*, 1993, 1: 381–386
- 40 Molina C, Caillud D, Molina N. Sick-building syndrome and atopy. *Indoor Air*, 1993, 1: 369–373
- 41 Brunekreef B, Stewart A W, Anderson H R, et al. Self-reported truck traffic on the street of residence and symptoms of asthma and allergic disease: A global relationship in ISAAC phase 3. *Environ Health Perspect*, 2009, 117: 1791–1798
- 42 陈克军, 陈克亮, 张兰军, 等. 公路收费亭内外空气污染特征及其影响因素. *环境科学*, 2007, 28: 1847–1853
- 43 Wang S, Zhao Y, Chen G, et al. Assessment of population exposure to particulate matter pollution in Chongqing, China. *Environ Pollut*, 2008, 153: 247–256
- 44 Fang M J, Zhu G C, Zheng X X, et al. Study on air fine particles pollution prediction of main traffic route using artificial neural network. In: *Proceedings of 2011 International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring, Changsha, Hunan, China*. 2011, 1346–1349
- 45 Jaakkola J J, Parise H, Kislitsin V, et al. Asthma, wheezing, and allergies in Russian schoolchildren in relation to new surface materials in the home. *Am J Public Health*, 2004, 94: 560–562
- 46 Nakayama K, Morimoto K. Risk factor for lifestyle and way of living for symptoms of sick building syndrome: Epidemiological survey in Japan. *Nihon Eiseigaku Zasshi*, 2009, 64: 689–698
- 47 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

- 48 Lin T C, Krishnaswamy G, Chi D S. Incense smoke: Clinical, structural and molecular effects on airway disease. *Clin Mol Allergy*, 2008, 6: 3
- 49 Lung S C, Mao I F, Liu L J. Residents' particle exposures in six different communities in Taiwan. *Sci Total Environ*, 2007, 377: 81–92
- 50 Yeatts K B, El-Sadig M, Leith D, et al. Indoor air pollutants and health in the united arab emirates. *Environ Health Perspect*, 2012, 120: 687–694
- 51 Al-Rawas O A, Al-Maniri A A, Al-Riyami B M. Home exposure to Arabian incense (bakhour) and asthma symptoms in children: A community survey in two regions in Oman. *BMC Pulm Med*, 2009, 9: 23
- 52 Tse L A, Yu I T, Qiu H, et al. A case-referent study of lung cancer and incense smoke, smoking, and residential radon in Chinese men. *Environ Health Perspect*, 2011, 119: 11
- 53 Kishi R, Saijo Y, Kanazawa A, et al. Regional differences in residential environments and the association of dwellings and residential factors with the sick house syndrome: A nationwide cross-sectional questionnaire study in Japan. *Indoor Air*, 2009, 19: 243–254
- 54 Nevalainen A, Pasanen A L, Niininen M, et al. The indoor air quality in Finnish homes with mold problems. *Environ Int*, 1991, 17: 299–302
- 55 Takaoka M, Norbäck D. The home environment of Japanese female university students-association with respiratory health and allergy. *Indoor Built Environ*, 2011, 20: 369–376
- 56 Li J, Sun B, Huang Y, et al. A multicentre study assessing the prevalence of sensitizations in patients with asthma and/or rhinitis in China. *Allergy*, 2009, 64: 1083–1092
- 57 Araki A, Kawai T, Eitaki Y, et al. Relationship between selected indoor volatile organic compounds, so-called microbial VOC, and the prevalence of mucous membrane symptoms in single family homes. *Sci Total Environ*, 2010, 408: 2208–2215
- 58 Laumbach R J, Kipen H M. Bioaerosols and sick building syndrome: Particles, inflammation, and allergy. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 2005, 5: 135–139
- 59 Bakke J V, Norbäck D, Wieslander G, et al. Pet keeping and dampness in the dwelling: Associations with airway infections, symptoms, and physiological signs from the ocular and nasal mucosa. *Indoor Air*, 2007, 17: 60–69
- 60 Cohn R D, Arbes S Jr, Yin M, et al. National prevalence and exposure risk for mouse allergen in US households. *J Allergy Clin Immunol*, 2004, 113: 1167–1171
- 61 Permaul P, Hoffman E, Fu C, et al. Allergens in urban schools and homes of children with asthma. *Pediatr Allergy Immunol*, 2012, 23: 543–549
- 62 Nazario S, Zaragoza R, Velázquez V, et al. Allergen sensitivity (mites, insects, and pets) in a Puerto Rican population. *P R Health Sci J*, 2012, 31: 24–28
- 63 Przybilla B, Ruëff F. Insect stings: Clinical features and management. *Dtsch Arztebl Int*, 2012, 109: 238–248
- 64 Smedje G, Norbäck D. Irritants and allergens at school in relation to furnishing and cleaning. *Indoor Air*, 2001, 11: 127–133