

室内环境与过敏性疾病的相关性实测调查及分析

王仕慧 吉野博 李振海

(中南建筑设计院股份有限公司 武汉 430071)

摘要:室内环境对人体健康影响巨大。为了探索室内环境各要素与过敏性疾病间、室内环境各要素间的相关关系,本研究对小学四、五年级小学生及其居住环境进行了问卷及实测调查。通过正常组和案例组的比较,发现案例组的平均相对湿度明显高于正常组。案例组的真菌指数和尘螨浓度总体水平高于正常组。通过相关性分析,发现室内空气中化学物质浓度与霉菌指数负相关。甲醛浓度与室内尘土中霉菌浓度高度负相关。霉菌指数与相对湿度负相关,且与相对湿度超过70%的相对湿度频率高度相关。室内尘土中的霉菌浓度与温度负相关,与相对湿度正相关。

关键词:过敏性疾病 温湿度 真菌指数 尘螨浓度 频率分布 相关分析

前言

随着居住空间气密性的增强及人工通风的应用,室内环境变得更舒适。但另一方面,由于高气密性及通风欠当,室内空气湿度变高,建筑物内部结露现象普遍,导致霉菌的繁殖及尘螨的发生。另外,不良的建筑及装饰材料导致室内甲醛等挥发性有机化合物浓度增加。霉菌、尘螨及挥发性有机化合物是引发过敏性疾病的主要过敏原,导致近年来患有过敏性和呼吸道疾病的人群递增。

新华网2009年3月曾报道,全球近一半的人处于室内空气污染中。室内环境污染已经引起35.7%的呼吸道疾病、22%的慢性肺病和15%的气管炎、支气管炎。很多国家都在关注居住环境引起的健康问题,并为此进行积极地研究调查,不仅是单纯的理论分析,更为注重实测调查与理论分析的紧密结合。

2001年,意大利的Camer Paolo等人通过对建筑环境及居民哮喘过敏症状的采样调查,证实了变应性疾病与环境中的尘螨、霉菌、化学物质等变应原的因果关系1)。2003年,加拿大的Schenc Paula评估分析了室

内环境中的霉菌对人类健康的影响,指出霉菌能诱发婴儿感染严重的呼吸道疾病,同时,湿度通过影响霉菌种类,成为影响人体健康的重要因素2)。2006年,荷兰的Van.dijken.F等人,为明确教室内环境对学生健康的影响程度,对11个学校的11个教室的内部环境进行实测,同时对学生健康及其家庭环境展开问卷调查,用主成分分析及非参数检验的方法评估二者之间的关系,以多变量分析的方法展示了学校及家庭环境质量对孩子健康的重要性3)。诸多研究表明室内环境要素对健康有重大影响,美国Lawrence Berkeley国家实验室的William J. Fisk等人近几年在定量研究室内环境要素对健康、热舒适、工作效率和经济效益的影响,发现人为地改善室内环境各要素,如加强通风、降低冬季室内温度、潮湿度、去除霉菌,可以避免病态建筑综合症、哮喘、急性呼吸道感染等4)。

日本是过敏性疾病如花粉症、鼻炎等的发病率较高的国家。为了了解室内环境参数和过敏性疾病间的关系,日本东北大学吉野研究室联合秋田大学的相关研究人员,对全日本范围内的小学生进行了综合性的流行病学问卷调查,对其家庭室内环境温湿度等参数

作者简介:王仕慧 工学硕士

收稿日期:2012年5月

进行了测试。此项研究分为三个阶段⁵⁾。研究对象是小学四、五年级学生,平均年龄为10岁。在第一阶段,对26000个儿童进行问卷调查,以了解健康问题的流行程度及引发疾病的可能性因素。第二阶段以调查问卷为基础,将患有过敏性疾病的儿童作为案例组,无过敏性疾病的儿童作为正常组,进行“正常组—案例组”对比分析研究,以弄清环境因素与有害的健康影响之间的关系。调查问卷被投递到孩子所在的住宅,包括1255个具有过敏性症状的儿童和962个无过敏性症状的儿童。第三阶段是以VOC浓度、霉菌、尘螨、室内温湿度等的暴露测量为基础的“正常组—案例组”对比分析研究。由前两个阶段的调查,掌握了日本各地区过敏性疾病类型、比率及引发疾病的各类过敏原的比例。了解了调查对象的建筑特性,居民的生活习性,儿童过敏性疾病的具体特征。本文为了了解室内环境各要素与过敏性疾病间、室内环境各要素间的关系,在前两个

阶段调查的基础上,通过更为深入细致的室内环境要素实测及问卷调查,对正常组和案例组的室内环境要素的测试结果做了比较,另外,通过相关分析,了解了各环境要素间的相关关系。

1 调查概要

1.1 调查对象

调查对象为82户民居。根据家庭中孩子是否患有过敏性疾病,将82所民居划分为正常组和案例组,正常组样本数为30,案例组样本数位52。从2009年7月10号到7月31号,结合问卷调查,对以上82户民居的室内环境进行了实测调查。实测参数包括:温度、相对湿度、霉菌指数,空气中化学物质浓度、浮游真菌浓度、尘土中霉菌浓度及尘螨浓度。问卷内容涉及到生活习惯、室内结露、霉菌等情况。

表1 是调查对象所在地区及该地区的样本数。

表1 各调查地区的样本数

北海道	青森	岩手	秋田	宫城	山形	福岛	新潟	栃木	群馬	埼玉	千葉	神奈川	兵庫	和歌山	总计
2	7	2	10	6	6	1	6	3	2	3	24	1	5	4	82

1.2 实测调查

温湿度测量地点是客厅中央距地1.1m的高处,利用附有热湿记录仪的小型数据电子自动记录器,每隔10分钟,温度和相对湿度被记录一次,实测期间从7月10号到31号;真菌指数感受器设置在靠近北墙的地面上,以此测得真菌指数,用来评价环境容许真菌生长的能力⁶⁾;化学物质的测量位置在距地板1.2m的高处,用被动采样器采集24小时,采样期间尽量关闭门和窗户;用空气采样器分别将100升室内空气吹入PDA和DG18两种培养基,保持培养基环境温度25℃,将空气中的浮游真菌孢子在培养基中培养5-7天,然后用显微镜分析法将结果转换为每立方米空气中的菌落数(cfu/m³) (因为用两种培养基,所以得出两个结果,本文用培养基名称PDA和DG18来表示两种不同方法得

出的菌落数);为了得到尘土中霉菌浓度,用真空吸尘器在1m²的地板上工作2分钟以收集地板尘埃,然后用300μm筛孔的筛子筛取微尘,称重,在培养基中培养,用显微镜分析法得到菌落数,然后转换成每毫克尘土中的菌落数(cfu/mg);用真空吸尘器在1m²的地板上工作2分钟以收集地板尘埃,然后用ELISA法测量尘螨数量(μg/g dust)。

1.3 问卷调查

室内实测期间,对住户进行了详细的问卷调查,涉及到生活习惯及室内环境状况,例如在室内晾晒洗过的衣物,打扫频度,是否结露或发霉,等等。

2 调查结果

2.1 温度和相对湿度

图1、图2展示了正常组和案例组的温湿度频率分布情况。对于温湿度参数,正常组样本数为30,案例组样本数为52。

图1表示间隔为1℃的温度频率分布情况。不同的折线(除黑色粗折线外)代表不同调查对象的频率分布,黑色粗折线代表每组平均频率分布。如两条黑色

粗折线所示,正常组的最高平均频率略大于20%,相应区间是(26℃,27℃]。这说明超过20%的温度数据出现在(26℃,27℃]内。对于案例组,最高平均频率接近20%,相应区间是(27℃,28℃]。由此可见,案例组的温度略微偏高。

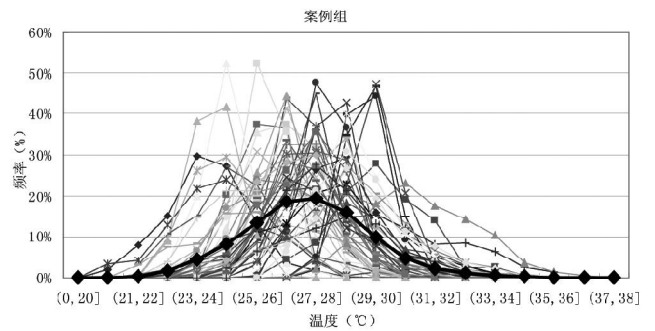
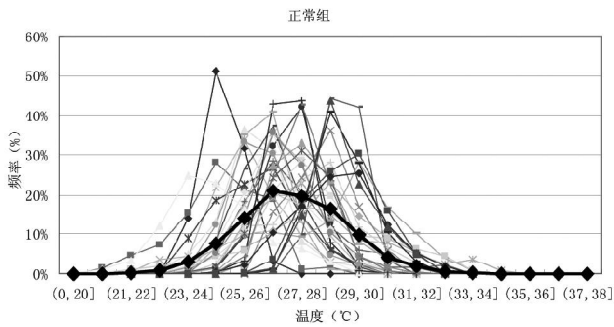


图1 温度频率分布

图2表示间隔为2%的相对湿度频率分布情况。如黑色粗折线所示,在正常组,在(62%,64%]、(64%,66%]和(66%,70%]这三个区间,相对湿度的平均出现频率最高,均在10%左右,因此,没有明显的最高频率值。相对而言,案例组的最高频率约为10%,出现在(70%,72%]。

组。尤其是当相对湿度超过70%的相对湿度频率大于40%时,案例组的样本比例是正常组的二倍。当相对湿度频率大于50%时,案例组中符合以上条件的样本比例是23.1%,而正常组中相应的样本比例减少到3.3%。

表2表示案例组和正常组中,超过70%的相对湿度的出现频率下,调查对象所占的比例。总体而言,在相同的出现频率下,案例组的样本比例明显大于正常

由以上结果,可以发现患有过敏性疾病的家庭室内相对湿度明显偏高,尤其是高于70%的相对湿度频繁发生在案例组样本中。

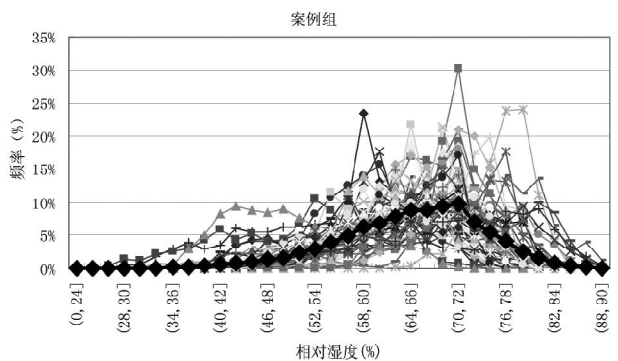
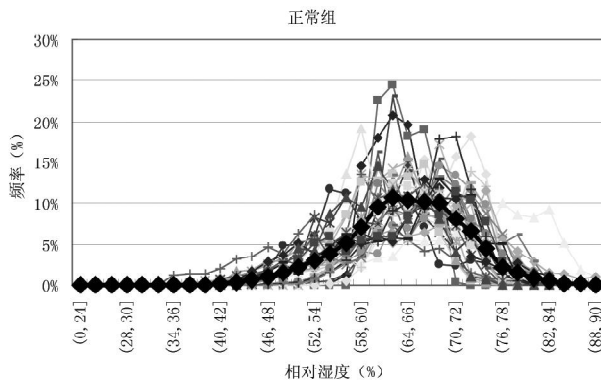


图2 相对湿度频率分布

表2 超过70%的相对湿度的出现频率下,调查对象所占比例

相对湿度超过70%的频率	样本比例	正常组	案例组
>50%		3.3%	23.1%
>40%		13.3%	26.9%
>30%		40.0%	50.0%
>20%		56.7%	67.3%

2.2 真菌指数

真菌指数测量值以百分位数图的形式表示。不同的点表示不同的测试对象,并且同一个测试对象又划分成客厅及卧室两部分。案例组中客厅及卧室的真菌指数测量值总体趋势均大于正常组。就平均值和中位数来看,客厅的真菌指数均高于卧室。

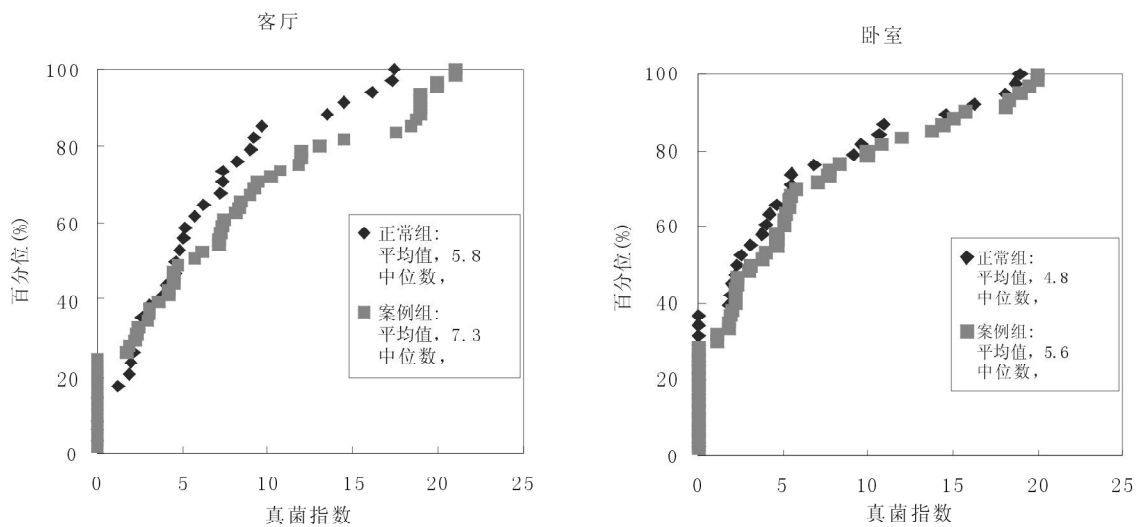


图3 真菌指数百分位图

2.3 尘螨浓度

卧室中尘螨浓度测量值的平均值和中位数均大于客厅。另外,对卧室而言,案例组的尘螨浓度平均值及

中位数明显高于正常组。与哮喘发作阈值相比,卧室内尘螨浓度高于阈值的样本数远大于客厅。由此可见,尘螨更容易发生在卧室内,所以,平常生活中应注意卧室内部尘螨的控制和防范。

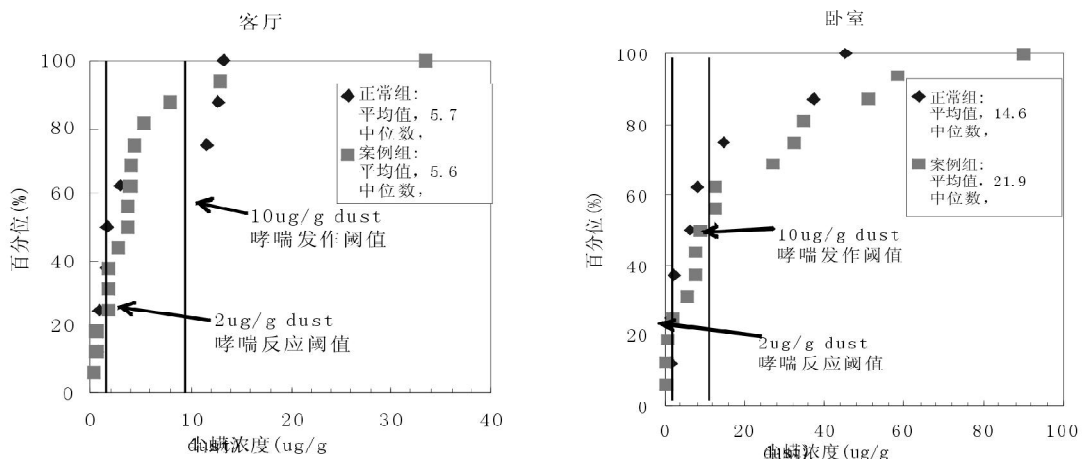


图4 尘螨浓度百分位图

3 相关性分析

本研究利用 SPSS 统计分析软件,采用 Spearman 秩次检验的方法来检测两变量秩次的相关性,以此来分析两变量之间的相关关系,以 $p < 0.05$ 作为有统计学意义研究标准。

3.1 化学物质浓度和微生物浓度

表 3 显示了空气中化学物质浓度与微生物浓度间的相关关系。进入分析过程的霉菌指数与 VOC/甲醛/乙醛的配对样本数为 44,其余要素的配对样本数为 15。总体而言,空气中的化学物质浓度,尤其是甲醛浓度,与霉菌指数、尘中霉菌浓度呈负相关的关系。

表 3 化学物质浓度与微生物浓度间的相关系数

	空气中			尘土中		
	霉菌指数	霉菌浓度(PDA)	霉菌浓度(DG18)	尘螨浓度	霉菌浓度(PDA)	霉菌浓度(DG18)
VOC	-0.362*	0.088	0.398	-0.089	-0.603*	-0.510
甲醛	-0.481**	-0.411	-0.018	-0.432	-0.779**	-0.665**
乙醛	-0.511**	-0.356	0.144	-0.429	-0.484	-0.390

** .显著性水平为 0.01 (双尾检验). * .显著性水平为 0.05 (双尾检验).

图 5 是甲醛和霉菌指数两者间的散点图,详细地展示了两者的关系。当甲醛浓度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)上升时,霉菌指数下降。结合表格 3 的结果,当甲醛浓度增加时,尘土中霉菌浓度也下降。总而言之,甲醛不利于霉菌生长。在实际生活中,作为化学灭菌法的一种,甲醛被用作液体或气态杀菌剂⁷⁾。这可以作为两者负相关关系的一种解释。

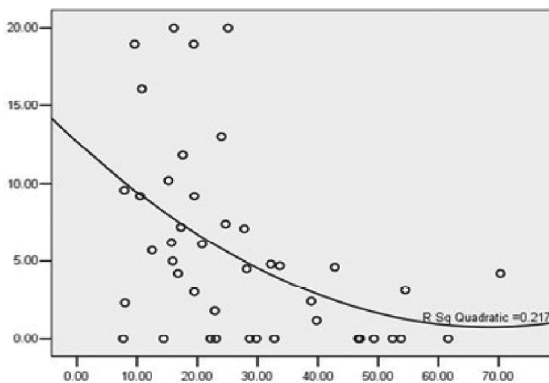


图 5 甲醛浓度与霉菌指数的散点图

度与 VOC 间相关重要性水平为 0.05. 与甲醛和乙醛间的重要性水平为 0.01.

表 4 化学物质浓度与温湿度间的相关系数

	中位数		平均值		相对湿
	温度	相对湿度	温度	相对湿度	相对湿度频率
VOC	0.188	-0.369*	0.229	-0.371*	-0.350*
甲醛	0.099	-0.586**	0.193	-0.563**	-0.577**
乙醛	-0.149	-0.473**	-0.114	-0.478**	-0.553**

** .显著性水平为 0.01 (双尾检验).

* .显著性水平为 0.05 (双尾检验).

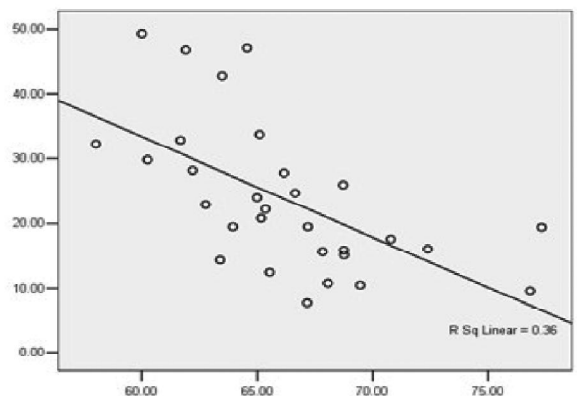


图 6 相对湿度中位数与甲醛浓度的散点图

3.2 化学物质浓度和温湿度

进入分析的配对样本数为 32.如表 4 所示,空气中化学物质浓度与相对湿度显著负相关。其中,相对湿

图6明确的展示了相对湿度与甲醛浓度间的负相关性。室内化学物质的主要来源是家居产品,比如建筑材料和家具。化学物质的挥发速率与温度有关,同时也某种程度地取决于环境中相对湿度水平。结合以上相关分析结果,可以推论高的相对湿度会抑制室内化学物质的挥发。

4.3 微生物浓度和相对湿度

表5 微生物浓度与温湿度间的相关系数

		中位数		平均值		相对湿度>70%
		温度	相对湿度	温度	相对湿度	相对湿度频率
空气中	霉菌指数	-0.100	0.646**	-0.052	0.621**	0.706**
	霉菌浓度(PDA)	-0.324	-0.140	-0.235	0.041	-0.150
	霉菌浓度(DG18)	-0.006	-0.162	0.101	-0.071	-0.001
尘土中	尘螨浓度	0.030	0.206	0.103	0.071	0.029
	霉菌浓度(PDA)	-0.634**	0.583*	-0.699**	0.678**	0.381
	霉菌浓度(DG18)	-0.732**	0.445	-0.740**	0.561*	0.230

** . 显著性水平为 0.01 (双尾检验). * . 显著性水平为 0.05 (双尾检验).

4 结论

通过对调查结果的分析,发现过敏性疾病患者家庭室内相对湿度明显偏高,并且常高于70%。过敏性疾病患者家庭室内的真菌指数和尘螨浓度总体水平高于无过敏性疾病患者的家庭。

由相关性分析,发现室内空气中化学物质浓度与霉菌指数负相关;甲醛浓度与室内尘土中霉菌浓度高度相关;室内化学物质浓度与相对湿度呈负相关;霉菌指数与相对湿度呈负相关,且与相对湿度超过70%的相对湿度频率高度相关;室内尘土中的霉菌浓度与温度负相关,与相对湿度正相关。

参考文献

[1] Career Paulo, Marco. Allergens in indoor air. Environmental

进入分析过程的霉菌指数与温湿度的配对样本数为81,其余进入分析的配对样本数为17。如表5所示,霉菌指数与相对湿度间显著正相关,尤其与相对湿度超过70%的相对湿度出现频率成强烈的正相关(相关系数为0.706,重要性水平为0.01)。室内地板尘土中的霉菌浓度与温度负相关,与相对湿度正相关。

assessment and health effects. Science of the Total Environment. April 10, 2001

- [2] Schenck Paula. Mold in the indoor environment and health. International Conference on Indoor Air Quality/Healthy Indoor Environment. September 28, 2003 - September 30, 2003
- [3] Van Dijken F., Van Bronswijk J.E.M.H. Indoor environment and pupils' health in primary schools. Building Research and Information. September 1, 2006
- [4] William J. Fisk, Douglas Black. Benefits of Improved IEQ: Better Health and Improved Work Performance. International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings, August 15-18, 2010
- [5] Hiroshi Yoshino, Aki Nakamura, etc. Investigation of association between indoor environmental factors and children health problems in Japan. Part 1: design of survey and outcome of allergic symptoms in children.
- [6] Keiko Abe, Yoshiko Nagao, Tetsuzan Nakada, Syouzou Sakuma. Assessment of indoor climate in an apartment by use of a fungal index. Applied and Environmental Microbiology 3: 959-963, 1996.
- [7] Wikipedia. 2010. Sterilization.