

上海市卢湾区公共场所集中空调通风系统卫生学预警指标研究

徐文玺, 刘淮玉, 吴建华

摘要: [目的] 分析上海市卢湾区公共场所集中空调通风系统潜在的危险因素, 探索有效卫生管理要素, 为预防空气传播性疾病提供科学依据。[方法] 采用分层抽样方法, 随机抽取 30 家公共场所开展专项问卷调查, 并根据《公共场所集中空调通风系统卫生规范》、《公共场所集中空调通风系统卫生学评价规范》开展检测评价。[结果] 公共场所卫生应急预案及卫生学检测评价报告匮乏。70.0% 场所新风口与污染源距离过近, 仅 6.7% 场所集中空调通风系统风箱安装空气净化消毒装置, 未有场所安装冷却塔除雾器或除水器控制气溶胶。冷却水检测嗜肺军团菌阳性率为 70.0%, 主要菌型为 Lp1 型; 冷却水嗜肺军团菌阳性水样电导率平均值为 $(5897.55 \pm 601.16) \mu\text{S}/\text{cm}$, 阴性水样电导率平均值为 $(9031.12 \pm 1172.35) \mu\text{S}/\text{cm}$, 差异具有统计学意义 ($t=-2.571, P<0.05$)。[结论] 冷却水军团菌监测预警可考虑采取电导率等相关指标进行快速检测, 同时应控制新风污染及气溶胶扩散, 及时开展清洗评价等污染控制工作。

关键词: 集中空调通风系统; 预警指标; 管理要素

Application of Early-Warning Indicators for Pollution Control of Centralized Air Conditioning Ventilation System in Luwan District, Shanghai XU Wen-xi, LIU Huai-yu, WU Jian-hua (Luwan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200023, China) · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To analyze the potential risk factors of hygienic situation of centralized air ventilation system in public venues in Luwan District of Shanghai, to explore the key elements for effective management, and to provide scientific basis for airborne disease prevention. [Methods] A total of 30 public venues were chosen by stratified sampling for a questionnaire survey. Assessments were carried out under *Hygienic standard for centralized air conditioning ventilation system in public places* and *Hygienic assessment criterion of cleaning and disinfection of centralized air conditioning ventilation systems in public places*. [Results] The selected public venues did not make health emergency plans nor provide regular hygienic evaluation reports. The survey found that 70.0% fresh air inlets were close to pollution sources, only 6.7% places installed air purification and disinfection devices, and none of them were equipped with cooling tower demisting to control aerosols. The cooling water test showed that the positive rate of *Legionella pneumophila* was 70.0% and the common type was Lp1. The average conductivity of the positive water samples was $(5897.55 \pm 601.16) \mu\text{S}/\text{cm}$ and that of the negative was $(9031.12 \pm 1172.35) \mu\text{S}/\text{cm}$ ($t=-2.571, P<0.05$). [Conclusion] Indicators such as conductivity could be considered to identify *Legionella pneumophila* in cooling water for pre-warning of pollution. The management essentials of centralized air conditioning ventilation systems in public venues are the control of fresh air pollution and aerosol spread, as well as regular cleaning work and evaluation.

Key Words: centralized air ventilation system; early-warning indicators; management essentials

从 20 世纪 70 年代末美国费城首次爆发军团病, 集中空调卫生状况成为社会日益重要的关注焦点。早期的流行病学调查显示, 除集中空调通风系统冷却水受嗜肺军团菌 (*Legionella pneumophila*) 污染是巨大的健康安全隐患之外, 含有害化学物质、细菌及病毒的空气于空调的作用下, 在室内重复循环使用以及采用密闭化的管理也是不少大型场所的主要污染源^[1]。近年研究显示, 我国大陆城市集中空调系统冷却水中军团菌的污染相当严重^[2-5], 公共场所集中空调通风系统卫生状况不仅是

一个国家、地区物质文明和精神文明的窗口, 更直接关系着广大人群的身体健康。本研究拟选取上海市卢湾区 30 家典型公共场所作为研究对象, 进行卫生学调查和集中空调通风系统卫生学检测, 研究集中空调通风系统污染, 监测相关因素指标及卫生学管理重点环节, 探索公共场所集中空调通风系统卫生学监测及管理的有效模式, 为提高环境污染相关疾病的预警、早期预防和控制能力提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查对象

环境调查: 根据卢湾区内带有集中空调通风系统的大型公共场所主要类型, 选取宾馆、商场、写字楼三大类进行分层抽样, 共随机抽取 30 家大型公共场所为调查对象, 进行环境监

[基金项目] 上海市卢湾区卫生局资助重点学科建设项目

[作者简介] 徐文玺 (1985—), 女, 学士, 医师; 研究方向: 环境卫生;

E-mail: wenxi_xu@126.com

[作者单位] 上海市卢湾区疾病预防控制中心, 上海 200023

测。问卷调查：对各选取单位的集中空调系统专职管理人员进行问卷调查。

1.2 采样与监测方法

1.2.1 冷却水检测 在 30 家公共场所进行检测，每家公共场所至少采集 1 份冷却水水样。冷却水采样点选择在集水池水面下方 5~10 cm 处，紫外线强度及照度选择距离冷却塔集水池水平方向 1 m 处作为监测点。水温、余氯、pH 值、电导率、浊度在现场使用快速检测仪器完成检测，冷却水中藻类检测送实验室完成。

1.2.2 集中空调卫生学检测 抽取冷却水嗜肺军团菌阳性的场所 5 家，进行冷凝水、淋浴水、淋浴喷头涂抹样的嗜肺军团菌检测以及集中空调通风系统送风和风管内表面检测。其中，每个场所选择 2 套空调系统，每套系统选择 5 个送风口和 3 个风管断面进行卫生学检测。根据《公共场所集中空调通风系统卫生规范》和《公共场所集中空调通风系统卫生学评价规范》进行检测与评价。

1.3 场所问卷调查

1.3.1 问卷设计 设计专项调查问卷，开展预调查工作，根据预调查结果，对调查表的格式及内容再次进行修改，最终确定调查问卷。

1.3.2 问卷内容 被调查场所一般情况，包括场所类别、场所规模、卫生管理制度、卫生监测项目等；集中空调系统相关情况，包括集中空调投入使用时间、最近的新风口与冷却塔直线距离、新风过滤器清洗更换情况、空气净化消毒装置安装情况；空调冷却水与冷却塔相关情况，包括冷却塔的类型、安装位置、冷却水的清洗消毒、定期检测等。

1.3.3 调查方式 调查员对各选取单位的集中空调系统专职管理人员进行面对面问卷调查。同时查阅和收集集中空调系统日常运行维护、清洗、消毒记录资料。如被调查单位未设专职管理人员可对相关负责人进行问卷调查。

1.4 质量控制

问卷调查在调查过程中要求查阅相关记录；严格培训调查员，调查表填写的内容需有专人负责审核；对调查问卷进行双录入，随机抽取 5% 调查问卷进行复核，复核率要求达标。实验室检测必须严格按照实验室质量管理体系要求进行质量控制。

1.5 数据处理方法

用 Epi Info 3.02 软件进行数据双录入，核对后进行数据分析。采用 SPSS 16.0 进行描述性统计分析和卡方检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 嗜肺军团菌检出情况

选择区内人流量大的典型场所，分别为 10 家宾馆、9 家写字楼、5 家商场、6 家综合性场所（同时含宾馆、写字楼和商场 3 种类型），共检测了 30 份水样，其中有 21 份检出嗜肺军团菌，检出率为 70.0%，主要菌型为 Lp1 型，占 95.2%（20/21）。

2.2 公共场所集中空调通风系统冷却塔卫生管理现状

被调查对象在卫生管理制度建立落实方面，仅 1 家场所开展卫生学评价但缺少卫生方面应急预案，调查中的应急预案均

为设备故障、停电应急；卫生检验检测报告极其匮乏，现有检测报告主要为冷却水水处理公司进行的冷却水理化检测，缺少根据法规要求所做的集中空调通风系统卫生学检测，见表 1。

表 1 上海市卢湾区 30 家公共场所集中空调系统冷却塔卫生管理状况调查

调查项目 (Item)	具备 (Yes)		不具备 (No)	
	n	%	n	%
卫生学评价报告 (Hygienic evaluation report)	1	3.33	29	96.67
应急预案 (Emergency plan)	11	36.67	19	63.33
卫生检验检测报告 (Hygiene inspection report)	1	3.33	29	96.67
清洗记录 (Cleansing record)	28	93.33	2	6.67
日常维护记录 (Maintenance record)	26	86.67	4	13.33

2.3 场所类型及使用年限与军团菌污染情况分析

不同类型、不同使用年限的公共场所嗜肺军团菌检出差异均无统计学意义 ($\chi^2=1.963$, $P>0.05$; $\chi^2=0.105$, $P>0.05$)，见表 2。

表 2 上海市卢湾区 30 家嗜肺军团菌阳性公共场所类型及空调使用年限分布

研究因素 Studied elements		嗜肺军团菌 阳性率 (%) <i>Legionella pneumophila</i> positive rate	χ^2	P
场所类型 Type	宾馆 Hotel	60.0	1.963	>0.05
	写字楼 Office building	88.8		
	商场 Shopping mall	60.0		
	综合性场所 Integrated location	83.3		
	场所空调使用年限 (年) Service year of centralized air conditioning ventilation system (Years)			
≥ 10		75.0	0.105	>0.05
5~		71.4		
<5		66.7		

2.4 冷却塔清洗情况与冷却水嗜肺军团菌污染的关系

冷却塔清洗过的场所嗜肺军团菌阳性率 80.0%（4/5）；未清洗的场所其阳性率为 72.0%（18/25），不同清洗情况军团菌污染阳性率差异无统计学意义 ($\chi^2=0.132$, $P>0.05$)。

2.5 场所集中空调通风系统及冷却塔设置运行情况分析

集中空调通风系统及冷却塔设置运行情况的问题，主要集中在未安装空气净化消毒装置、冷却塔除雾器或除水器及自动投放消毒剂设备，调查还显示，缺乏除雾器、集水池暴露于空气中、冷却水塔靠近居民区等问题大量存在，这使得冷却水塔气溶胶的产生及扩散不能得到控制就极易影响周边环境，感染周边易感人群，如老人、小孩和免疫力低下的病人等。调查对象中，集中空调通风系统安装了新风过滤器的场所均能做到定期更换及清洗。冷却水水质检测报告均为理化检测，未包括病原微生物等方面检测，见表 3。

表 3 上海市卢湾区 30 家公共场所集中空调通风系统及冷却塔设置运行情况
Table 3 Working condition and setting status of centralized air conditioning ventilation system and cooling tower in public venues in Luwan District, Shanghai

研究因素 Study elements	符合场所数量 百分比 (%)	
	Yes	Percentage
新风口位于外墙或楼顶 The fresh air inlet is located on the outer wall or roof	25	83.3
新风口与冷却塔直线距离大于 30m The straight-line distance between cooling tower and fresh air inlet is greater than 30m	9	30.0
安装新风过滤器 With air filter	15	50.0
安装空气净化消毒装置 With air purification and disinfection equipment	2	6.7
冷却塔位置距离地面 30m 以上 The cooling tower is 30m above the ground	16	53.3
停止运行后, 冷却水全部排空 Empty all the water cooling after stop running	18	60.0
冷却水集水池直接暴露在阳光下 Cooling water pool is exposed to sunlight	18	60.0
进行过冷却塔消毒 Have disinfected cooling towers	25	83.3
安装自动投放消毒剂设备 With automatic disinfectant dispenser	8	26.7
定期对冷却水水质进行检测 Regularly test the cooling water	27	90.0
定期向冷却水中投放防腐剂 Regularly preservatives dispensing to the cooling water	28	93.3
冷却塔周边 1 km 内有易感人群区 Have susceptible population within 1 km radius of the cooling tower	22	73.3
冷却塔周边 100m 内有人群密集区 Have densely populated areas within 100m of the cooling tower	14	46.7

2.6 冷却水检测基本情况及嗜肺军团菌污染影响因素分析
共调查场所 30 家, 采集冷却水水样 30 份。现场检测结果见表 4。实验室冷却水水样藻类检出率为 60.0% (18/30)。通过对冷却水嗜肺军团菌污染单因素分析得到, 冷却水嗜肺军团菌阳性水样电导率平均值为 (5 897.55 ± 601.16) μs/cm, 阴性水样电导率平均值为 (9 031.12 ± 1 172.35) μs/cm, 差异具有统计意义 ($t=-2.571, P<0.05$)。

表 4 上海市卢湾区 30 家公共场所冷却水现场检测基本情况
Table 4 Results of cooling water spot detection in public venues in Luwan District, Shanghai

检测项目 (Items)	范围 (Range)	平均值 (Average)
水温 (Water temperature, °C)	25.0~32.6	29.00
pH	8.13~8.92	8.56
余氯 (Residual chlorine, mg/L)	0.01~2.20	0.19
浑浊度 (Turbidity, NTU)	0.43~33.90	4.08
电导率 (Conductivity, μs/cm)	620~12 900	6 733.17

2.7 阳性场所现场集中空调通风系统卫生学检测情况分析
选择 5 家嗜肺军团菌检测阳性场所, 类型分别为综合类、

宾馆类、商场类、宾馆类、写字楼类。检测阳性场所内的冷凝水和淋浴喷头涂抹样品得到嗜肺军团菌阳性率 23.33% (7/30)。检测送风中 PM₁₀ 合格率 80.0% (8/10), 范围为 0.047~0.132 mg/m³, 平均值 0.072 mg/m³, 5 家场所 PM₁₀ 污染的差异存在统计学意义 ($F=175.85, P<0.05$)。检测风管中积尘量样品合格率为 80.67% (121/150), 平均值 13.07 g/m², 最大值为 31.175 0 g/m², 5 家场所风管积尘污染的差异存在统计学意义 ($F=37.86, P<0.05$)。检测阳性场所的送风中细菌、真菌总数合格率为 89.00% (89/100), β-溶血性链球菌检测合格率 100.0% (50/50)。

3 讨论

集中空调通风系统的主要污染为冷却水中的嗜肺军团菌。早期研究显示, 人群军团病感染暴发事件中, 由集中空调系统引起的案例约占所有军团病暴发案例的 75%, 严重威胁着人群健康^[6-7]。因此, 集中空调通风系统污染监测控制首先要针对冷却水军团菌污染进行监测预警。但与化学污染物不同, 生物污染物具有很多不确定性, 而且目前嗜肺军团菌尚不能实现在线或快速检测, 实验室分析周期达到两周之久, 很难达到快速预警的时限要求。本研究显示, 冷却水阳性水样及阴性水样电导率存在统计学差异, 考虑电导率提示水中盐类的含量与水中余氯存在联系。而余氯又与消毒效能有关, 提示其杀灭军团菌的能力大小。因此, 可以考虑通过检测军团菌生长繁殖环境中的相关因素, 如电导率等可快速获取检测结果的指标参数对冷却水军团菌污染水平进行快速监测预警。环境中对军团菌生长繁殖具有影响的因素包括日照强度、冷却水浊度、藻类等, 并与余氯、溶解性总固体、菌落总数、电导率、总有机碳、硝酸盐氮含量及水温等^[7-8], 可在今后的现场快速检测指标体系建设中加以深入研究。

本次调查结果显示, 在上海市卢湾区公共场所集中空调通风系统的卫生管理制度规范性、新风污染防控及气溶胶控制方面非常欠缺。虽然集中空调卫生管理“一法三规”已经颁布实施, 但场所卫生管理人员极少开展落实工作, 由此导致缺少卫生应急预案、无卫生学检测评价的情况比比皆是。同时, 由于不了解卫生规范的要求, 场所卫生管理认识不到位, 出现了新风口距离污染源很近、无空气消毒净化设备、冷却水不排空处理、缺少除雾除水设施控制气溶胶、集水池直接暴露易产生气溶胶等情况, 为场所人群健康埋下重大隐患^[9]。因此, 完善落实卫生管理制度, 防止新风污染进入室内环境, 增加空气消毒净化设备; 控制气溶胶扩散污染周边环境, 安装除雾除水设施, 减少集水池暴露是公共场所集中空调通风卫生学管理的重点要素之一。

本研究显示, 卢湾区集中空调通风系统对室内空气造成污染主要因素是冷却水塔嗜肺军团菌污染, 阳性率为 70%, 考虑存在着冷却水塔清洗消毒不到位情况; 同时, 送风中 PM₁₀、风管中积尘量、送风中细菌、真菌总数也存在不合格的现象, 提示空调通风管道的清洁状况和空调送风质量需要提高。本调查还显示, 大多数公共场所从未进行过集中空调通风系统的风管清洗, 卫生管理人员意识中对于中央空调的清洗、打扫一般仅限于过滤器、空气处理机组部件, 而忽视了送风口、空调外部

术规范[S].北京:中国标准出版社,1998.

[3]中华人民共和国卫生部.GB/T 18204.13—2000 公共场所空气温度测定方法[S].北京:中国标准出版社,2000.

[4]中华人民共和国卫生部.GB/T 18204.14—2000 公共场所空气湿度测定方法[S].北京:中国标准出版社,2000.

[5]中华人民共和国卫生部.公共场所集中空调通风系统卫生规范[EB/OL].[2011-07-19].http://www.moh.gov.cn/publicfiles/business/

htmlfiles/mohwsjdj/s3585/200804/17054.htm.

[6]中华人民共和国铁道部.TB/T 1932—2009 旅客列车卫生及监测技术规定[S].北京:中国铁道出版社,2009.

[7]中华人民共和国卫生部.GB 9673—1996 公共交通工具卫生标准[S].北京:中国标准出版社,1996.

(收稿日期:2011-07-19)

(英文编审:金克峙;编辑:郭薇薇;校对:徐新春)

(上接第166页)

的清洗,所以中央空调送风的卫生状况令人堪忧。因此,目前公共场所集中空调通风系统卫生学监测是急需加强的卫生管理要素之一。通过及时发现集中空调通风系统污染特征,可有效地提示场所卫生管理层及时开展落实清洗评价工作。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1]彭晓旻,裴红生,黎新宇,等.北京市大饭店空调冷却塔军团菌污染现状及人群感染水平研究[J].中华流行病学杂志,2000,21(4):289-291.

[2]张丽霞,张宝莹,刘凡.公共场所集中空调卫生管理现状及其冷却塔嗜肺军团菌污染状况调查[J].环境与健康杂志,2010,27(3):208-210.

[3]刘胡,邵希凤,韩庆华,等.北京市朝阳区奥运场馆周边宾馆军团菌污染状况调查与防控措施[J].中国卫生检验,2007,17(6):1084,1099.

[4]黄丽红,陈悦,许慧慧.上海某区宾馆冷却水军团菌污染现状调查及其影响因素探讨[J].环境与职业医学,2007,24(5):511-513.

[5]US.EPA. *Legionella*: human health criteria document[R]. Washington, DC: Office of Science and Technology, Office of Water, 1999.

[6]World Health Organization. *Legionella* and the prevention of legionellosis[R]. Geneva: WHO, 2007.

[7]郭常义,苏瑾,阮素云,等.空调冷却水军团菌微生态环境与繁殖传播研究[J].中国公共卫生,2004,20(5):546-549.

[8]周伟杰,肖勇,吴湧兴,等.集中空调冷却塔水嗜肺军团菌影响因素的Logistic回归分析[J].环境与健康杂志,2010,27(6):516-517.

[9]陈健,赵志荣,施明关,等.中央空调冷却塔气溶胶军团菌污染研究[J].环境与健康杂志,2009,26(6):509-511.

(收稿日期:2011-01-27)

(英文编审:金克峙;编辑:洪琪;校对:王晓宇)

【精彩预告】

不同代谢综合征诊断标准在人群中的应用比较

阮晔,李锐,杨群娣,等

研究人员运用国际糖尿病联盟[International Diabetes Federation, IDF(2005)]、美国国家胆固醇教育项目成人治疗组第三次指南[National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, ATP III(2001)]和中华医学会糖尿病分会[Chinese Diabetes Society, CDS(2004)]诊断标准,分析比较上海市社区人群代谢综合征(metabolic syndrome, MS)的集聚情况。研究者采用分层整群随机抽样方法,在上海35~74岁社区人群中进行横断面调查,共调查7414名个体。结果显示,按照上述3种诊断标准,MS的患病率分别为IDF标准25.75%(21.45%)、ATP III标准19.81%(16.21%)、CDS标准22.23%(17.78%)(括号内为标化率)。在性别分布上,IDF和ATP III标准诊断的患病率均为女性高于男性。城乡间比较,城市患病率高于农村。Kappa检验显示3种诊断标准的符合率较高,其中CDS和ATP III判断的一致性最高(Kappa=0.593)。可见,MS已成为影响上海城乡居民健康的重大公共卫生问题,三种MS诊断标准都可用于上海人群,但每一种MS诊断标准的使用价值仍需进一步研究。

此文将于近期刊出,敬请关注!