

2013—2014年杭州市公共场所集中空调军团菌污染特征

刘卫艳, 斯国静, 徐珊珊, 楼秀琴, 吕烨

摘要: [目的] 了解杭州市公共场所集中空调冷却水和冷凝水中军团菌污染情况。[方法] 2013—2014年7、8月, 随机采集杭州市30家公共场所集中空调冷却水、冷凝水各30份。根据WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》附录A检测军团菌, 并对集中空调使用及管理情况进行调查。[结果] 冷却水和冷凝水水样中军团菌检出率分别为33.33%(10/30)和13.33%(4/30), 14份阳性样本均为嗜肺军团菌。集中空调使用年限越长, 军团菌检出率越高($Z=1.794$, $P=0.036$)。进行清洗消毒后冷却水军团菌检出率为26.09%(6/23), 低于未进行者(100.00%, 7/7)($P=0.001$)。[结论] 杭州市公共场所集中空调系统军团菌污染较严重, 分布较广。

关键词: 公共场所; 冷却水; 冷凝水; 集中空调; 军团菌; 污染

Characteristics of *Legionella* Pollution of Central Air Conditioning Ventilation Systems in Some Public Places of Hangzhou, 2013–2014 LIU Wei-yan, SI Guo-jing, XU Shan-shan, LOU Xiu-qin, LÜ-Ye (Institute of Occupational and Environmental Health, Hangzhou Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310021, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the *Legionella* pollution in cooling water and condensate water of central air conditioning ventilation systems in public places of Hangzhou. [Methods] A total of 30 cooling water samples and 30 condensate water samples were collected from 30 public buildings of Hangzhou in July and August from 2013 to 2014. Based on the Appendix A of the *Hygienic Specification of Central Air Conditioning Ventilation System in Public Buildings* (WS 394–2012), *Legionella* in water samples was tested, and the usage and management of the central air conditioning ventilation systems were also investigated. [Results] The positive rates of *Legionella* in cooling water and condensate water were 33.33% (10/30) and 13.33% (4/30) respectively, and the 14 positive samples were all *Legionella pneumophila* positive. Longer service life of the central air conditioning ventilation systems was associated with greater *Legionella* positive rate ($Z=1.794$, $P=0.036$). The *Legionella* positive rate was statistically different between having cooling water sterilized (26.09%, 6/23) or not (100.00%, 7/7) ($P=0.001$). [Conclusion] Serious and widely distributed *Legionella* pollution is found in the central air conditioning ventilation systems in public places of Hangzhou.

Key Words: public place; cooling water; condensate water; central air conditioning; *Legionella*; pollution

随着我国经济建设的发展, 集中空调的使用已普及到民用建筑的各个领域, 与人民生活及各种社会活动密切相关, 以空气为载体的空调系统的污染已成为人们担心和关注的重点。国内外对军团菌的研究证实, 军团病的流行与传播与集中空调密切相关^[1]。军团菌是一种革兰阴性杆菌, 嗜热怕冷、喜水, 生命力比较强, 当水温在31~36℃之间且水中富含有机物时, 军团菌可长期存活^[2], 是广泛存在于自然界的天然

淡水 and 人工水域环境中的菌属, 尤其常见于集中空调的循环水系统中^[3-5], 人类对军团菌普遍易感。目前已确认军团菌属有50个种70个血清型^[6], 与人类疾病关系最为密切的是嗜肺军团菌种(*Legionella pneumophila*, Lp), 现已发现其有16个血清型^[7], 其中, 血清1型(Lp1)是引起社区获得性肺炎和医院内感染性肺炎的重要型别, 其次为血清4型和6型。据WHO报道, 军团菌是肺部感染的重要病原体之一, 由军团菌引发的肺炎约占肺炎总数的1%~5%, 病死率为5%~30%。为了解杭州市公共场所(商场、旅店、医院)集中空调冷却水、冷凝水军团菌污染现况及其影响因素, 为控制军团菌病的传播、流行提供对策, 杭州市疾病预防控制中心于2013—2014年7、8月对该

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.15348

[作者简介] 刘卫艳(1963—), 女, 本科, 高级工程师; 研究方向: 环境卫生; E-mail: lwei839@sina.com。

[作者单位] 杭州市疾病预防控制中心环境与职业卫生所, 浙江 杭州 310021

市30家公共场所集中空调冷却塔水及冷凝水水样进行了调查和检测,并对结果进行了初步分析。

1 对象与方法

1.1 基本情况调查

采用横断面调查方法,由经过培训的疾控调查人员按自行的调查表内容对集中空调首次使用时间、集中空调系统及空调冷却塔是否清洗、消毒,是否制定预防空调系统传播疾病的应急预案等集中空调系统卫生管理相关问题进行现场问卷调查,调查集中空调通风系统使用的设备类型,包括:A.全送(回)系统机组,B.局部送(回)系统机组,C.新风+风机盘管机组,D.风机盘管机组。

1.2 样品采集

根据行业不同采用按比例分层随机抽样的方法,共抽取杭州市使用集中空调的医院2家、旅店20家、商场8家(共30家),于2013—2014年7、8两个月,在冷却塔正常运行的情况下,采集集中空调运行时冷却塔水水样30份,冷凝水水样30份,共60份水样。冷却水采样点设置在距离冷却塔塔壁20 cm、液面下10 cm处,冷凝水采样点设置在集中排水管或冷凝水盘处。每份水样以经高压灭菌广口玻璃瓶采集500 mL后,立即送实验室统一进行检测。

1.3 检测方法

1.3.1 军团菌检测 依据WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》附录A^[8]中冷却水、冷凝水中嗜肺军团菌检验方法进行检测。

1.3.2 菌落验证 从每一个平皿上挑取2个可疑菌落,接种于BCYE和L-半光氨酸缺失的BCYE琼脂平板,35~37℃培养2 d,凡在BCYE琼脂平板上生长而在L-半光氨酸缺失的BCYE琼脂平板上不生长的则为军团菌菌落。

1.3.3 嗜肺军团菌型别的确定 进行生化培养与血清学实验确定嗜肺军团菌。血清学实验:用嗜肺军团菌诊断血清进行分型。

1.3.4 主要仪器设备 (1)平皿:90 mm;(2)培养箱:35~37℃;2.5%CO₂;SANYO CO₂ Incubator incu safe;(3)紫外灯:波长(360±2) nm;(4)滤膜滤器,滤膜:孔径孔径0.45 μm;(5)离心机:Thermo HERAEUS MULTIFUGE X3 FR;(6)涡旋振荡器:MSI Minishaker IKA®(7)普通光学显微镜:OLYMPUS CH;(8)三用紫外分析仪:上海顾村电光仪器厂ZF-1型;(9)水

浴箱:Thermo Scientific Microprocessor Controlled 280 Series Water Bath;(10)军团菌CYE琼脂基础:英国OXOID,军团菌BCYE、GVPC及不含半胱氨酸BCYE琼脂添加剂:英国OXOID,军团菌诊断血清:22种,天津生物芯片技术有限责任公司。

1.4 统计学方法

应用SPSS 16.0统计软件包完成数据统计分析。对于计数资料的差异性检验应用 χ^2 检验和Fisher精确概率法。随使用年限增加,军团菌检出率的变化趋势采用Cochran-Armitage趋势检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 空调系统基本情况

本次调查的30家被检单位中集中空调通风系统使用A设备的有4家,A+C的有2家,B的有1家,B+C的有2家,C的有20家,C+D的有1家。抽检对象均为正常运行2年以上的集中空调通风系统。

2.2 冷却水和冷凝水卫生学指标

30份冷却水样品中,10份检出军团菌,阳性率为33.33%,高于冷凝水(4/30,13.33%)。但二者差异无统计学意义($\chi^2=3.354$, $P=0.067$)。初步血清分型显示,14份阳性样本均为嗜肺军团菌。

2.3 不同场所军团菌检出情况

30家公共场所中,有11家检出军团菌(其中有3家冷却水和冷凝水中同时检出了军团菌),检出率为36.67%。在三种类型场所中,医院军团菌检出率为50.00%(1/2),商场为37.50%(3/8),旅店为35.00%(7/20)(表1)。60份水样中,14份军团菌阳性,阳性率为23.33%,阳性率95%可信区间为12.63%~34.03%。

表1 2013—2014年杭州市公共场所集中空调军团菌检出情况

场所	冷却水			冷凝水		
	样本数 (件)	检出数 (件)	检出率 (%)	样本数 (件)	检出数 (件)	检出率 (%)
旅店	20	6	30.00	20	3	15.00
商场	8	3	37.50	8	1	12.50
医院	2	1	50.00	2	0	0.00
合计	30	10	33.33	30	4	13.33

2.4 不同场所军团菌血清初步分型情况

60件样品中,检出嗜肺军团菌阳性样品14件,对其中12件阳性样品血清分型。在同一份水样中可同时分离到多种血清型,最多一份检出了3种血清型的

嗜肺军团菌。三种类型场所中,在医院和旅店军团菌型分离到与人类疾病关系最密切Lp1型。见表2。

表2 2013—2014年杭州市公共场所集中空调军团菌血清分型

单位类型	样本数(件)	检出数(件)	分型样本数(件)	分型	
				Lp1	Lp2-7
旅店	40	9	8	2	7
商场	16	4	3	0	3
医院	4	1	1	1	1
合计	60	14	12	3	11

2.5 集中空调使用年限与军团菌检出率的关系

各个场所集中空调使用年限跨度较大,短者仅为2年,长者可达15年。使用年限为10~15年的空调系统军团菌阳性检出率最高,达57.14%。各使用年限期间军团菌检出率差异有统计学意义($\chi^2=8.091$, $P=0.018$),使用年限越长,检出率越高($Z=1.794$, $P=0.036$)。见表3。

表3 2013—2014年杭州市公共场所集中空调使用年限与军团菌检出情况

使用年限(年)	样本数(家)	检出数(家)	检出率(%)
10~15	14	8	57.14
5~9	10	3	30.00
2~3	6	0	0.00

2.6 消毒情况与军团菌检出的关系

本次调查中所有单位均对集中空调冷却水进行定期换水清洗。30份水样中,23份进行了消毒处理,其中6份检出了军团菌;未经过消毒的7份水样,全部检出军团菌。二者差异有统计学意义($P=0.001$)。

3 讨论

WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》^[8]卫生质量要求中规定集中空调系统冷却水和冷凝水中不得检出嗜肺军团菌。本次调查的杭州市30家使用集中空调的公共场所,场所检出率高达36.67%,样品阳性率达23.33%,虽略低于青岛^[9]、大连^[10]、武汉^[11]等地的情况,但也表明其冷却水和冷凝水中存在军团菌的污染。血清学分型结果显示,嗜肺军团菌血清型呈现多样化,除常见致病比例最大的Lp1(21.43%)外,Lp2~Lp7型也均有检出,存在多重污染,此结果与无锡市^[12]、杭州市下城区^[13]、武汉市^[14]等地空调冷却水中嗜肺军团菌分布情况基本一致。

本次研究发现,空调冷却水嗜肺军团菌阳性率为33.33%,冷凝水为13.33%,提示中央空调冷却水应成为防止军团菌污染的关注重点。集中空调使用年限越长,细菌检出率越高,主要是因为集中空调系统安装时间越长,设备越陈旧,加之早年的设计不够合理,造成系统不易清洗消毒,从而导致军团菌滋生繁殖。

从冷却塔换水及消毒情况来看,所有单位均对空调冷却水进行了换水清洗工作,并且74.19%的空调冷却塔水样有消毒记录。30份冷却水水样中有23份水样进行了消毒处理,但消毒后的水样仍然有7份分离出军团菌。同时数据分析显示,空调系统是否消毒对军团菌的检出率有影响。这提示应按照WS/T 396—2012《公共场所集中空调通风系统清洗消毒规范》^[15]要求对集水池及相关部位进行清洗,有效去除塔内的沉积物、腐蚀物、藻类、生物膜等污物,使冷却塔内表面及部件表面无残留污染物,从而有效地控制和消除军团菌污染。

本次抽查的30家公共场所,大部分建立了集中空调系统卫生管理制度和消毒制度,并对排风口进行擦拭。但个别空调系统存在设备陈旧老化,通风参数设计不达标的情况;空调机房等重点部位亦未做到无污染、无杂物堆放。30家企业均未制定预防空调系统传播疾病的应急预案,未开展冷却水和冷凝水中军团菌检测。

综上所述,杭州市公共场所集中空调系统存在军团菌病的潜在风险,需要重点关注。建议政府有关部门加大对公共场所集中空调系统的监管力度,加强对该系统用户的卫生学培训和宣教工作,提高使用单位的卫生意识。由于现况研究自身的局限性,以及受开展该项调查的客观条件限制,本研究存在一定的选择性偏倚和信息偏倚。如:样本量偏少,公共场所范围的覆盖面偏窄等。随着集中空调监测工作步入常态化管理,未来可望逐步得到改进。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1] 林爱红,张然,叶宝英,等.深圳市集中空调系统军团菌污染状况分析[J].实用预防医学,2011,18(9):1670-1672.
[2] 杨克敌.环境卫生学[M].6版.北京:人民卫生出版社,2007:287.
[3] Borella P, Montagna MT, Romano-Spica V, et al. Legionella infection risk from domestic hot water[J]. Emerg Infect Dis,

- 2004, 10(3): 457-464.
- [4] 卫生部. 军团病诊断标准及处理原则: WS 195—2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [5] 袁月明, 袁梦, 俞慕华. 深圳市嗜肺军团菌血清I型菌株 PFGE 分型指纹图谱研究[J]. 中国热带医学, 2008, 8(6): 889-890.
- [6] WHO. *Legionella and the prevention of legionellosis* [M]. India: WHO Press, 2007.
- [7] Hoge C W, Breiman R F. Advances in the epidemiology and control of *Legionella* infections[J]. Epidemiol Rev, 1991, 13: 329-340.
- [8] 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: WS 394—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [9] 王本利, 马小芳, 滕伟, 等. 青岛市部分中央空调冷却塔军团菌污染状况调查[J]. 预防医学论坛, 2004, 10(6): 692-693.
- [10] 姜红梅, 刘丹, 邹梅, 等. 大连市公共场所军团菌污染现状调查[J]. 卫生研究, 2006, 35(5): 612-614.
- [11] 王怀记, 龙一兵, 吴林, 等. 武汉市公共场所空调冷却塔军团菌污染现状调查研究[J]. 中国卫生工程学, 2008, 7(2): 72-73.
- [12] 周伟杰, 吴湧兴, 肖勇, 等. 无锡市冷却塔水军团菌污染状况及菌型分析[J]. 热带医学杂志, 2012, 12(2): 211-213.
- [13] 商晓春, 朱水荣, 张睿, 等. 杭州市下城区公共场所中央空调冷却水冷凝水军团菌污染调查分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(10): 2103-2105.
- [14] 龙一兵, 陈文革, 陈智, 等. 武汉市2007年公共场所中央空调冷却塔水军团菌污染调查[J]. 中国公共卫生管理, 2009, 1(1): 78-79.
- [15] 中华人民共和国卫生部. 公共场所集中空调通风系统清洗消毒规范: WS/T 396—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

(收稿日期: 2015-05-22)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 葛宏妍)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志被中国科学引文数据库(CSCD)收录

2015年4月, 中国科学院文献情报中心公布了2015—2016年度中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD)来源期刊。该库收录来源期刊1200种, 其中中国出版的英文期刊194种, 中文期刊1006种。经由定量遴选、专家定性评估, 《环境与职业医学》杂志被收录为CSCD来源期刊(http://sciencechina.cn/cscd_source.jsp)。

《环境与职业医学》杂志衷心感谢各位编委、审稿专家、作者和读者对本刊的支持! 热忱希望广大读者、作者、专家一如既往支持本刊工作, 踊跃投稿!

《环境与职业医学》杂志编辑部