

· 疾病控制 ·

我国公共场所集中空调通风系统嗜肺军团菌污染的 Meta分析

方子思¹, 廖辉¹, 周筱丛¹, 徐虹²

1. 浙江中医药大学公共卫生学院, 浙江 杭州 310053; 2. 杭州市疾病预防控制中心, 浙江 杭州 310021

摘要: **目的** 系统评价我国公共场所集中空调通风系统嗜肺军团菌(LP)检出率,为LP污染防治提供依据。**方法** 检索中国知网、万方数据知识服务平台、中国生物医学文献数据库、PubMed和Web of Science等数据库,收集2010年1月1日至2022年12月31日发表的有关我国公共场所集中空调通风系统LP污染的文献,采用加强流行病学观察性研究的报告(STROBE)声明评价文献质量;采用Stata 16.0软件进行Meta分析,计算LP合并检出率及其95%CI;采用Begg检验评价发表偏倚;采用逐篇剔除法进行敏感性分析,评价结局指标的稳定性。**结果** 检索文献742篇,最终纳入分析29篇,均为横断面研究;其中高质量文献10篇,中等质量文献19篇。样本量为6 160份,LP合并检出率为17.20%(95%CI: 12.80%~21.90%)。亚组分析结果显示,冷却水LP检出率为21.80%,高于冷凝水的5.50%($P<0.01$);采用《公共场所集中空调通风系统卫生规范(2006修订版)》检测评价的LP检出率为23.30%,高于采用WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》检测评价的13.20%($P<0.05$)。不同场所、地区和样本量的LP检出率比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。Begg检验显示无明显发表偏倚,敏感性分析显示研究结果较为稳定。**结论** 我国公共场所集中空调通风系统LP合并检出率为12.80%~21.90%,加强公共场所集中空调的LP污染监测。

关键词: 嗜肺军团菌; 公共场所; 集中空调; Meta分析

中图分类号: R126.4 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087(2023)05-0425-06

Legionella pneumophila contamination in central air-conditioning systems of public places in China: a meta-analysis

FANG Zisi¹, LIAO Hui¹, ZHOU Xiaocong¹, XU Hong²

1. School of Public Health, Zhejiang University of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou, Zhejiang 310053, China;

2. Hangzhou Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310021, China

Abstract: Objective To systematically evaluate the detection of *Legionella pneumophila* in central air-conditioning systems of public places in China, so as to provide insights into the management of *L. pneumophila* contamination. **Methods** The publications pertaining to *L. pneumophila* contamination in central air-conditioning systems of public places in China were searched in international and national databases, including CNKI, Wanfang Data, CBM, PubMed and Web of Science from January 1, 2010 to December 31, 2022. The publication quality was evaluated using the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology. A meta-analysis was performed using the software Stata version 16.0. The pooled detection of *L. pneumophila* and its 95%CI were estimated. The publication bias was evaluated using Begg's test, and sensitivity analysis was performed with the leave-one-out evaluation for assessment of the robustness of the outcomes. **Results** A total of 742 publications were initially searched, and 29 publications were finally included, all of which were cross-sectional studies. The publications included 10 high-quality and 19 moderate-quality studies covering 6 160 samples, and the pooled detection of *L. pneumophila* was 17.20% (95%CI: 12.80%–21.90%). Subgroup

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2023.05.014

基金项目: 浙江省卫生健康科技计划青年创新人才(2022RC063);

杭州市卫生科技计划重点项目(ZD20210026)

作者简介: 方子思, 硕士研究生在读

通信作者: 徐虹, E-mail: xuhong-123456@hotmail.com

analysis showed a higher detection rate of *L. pneumophila* in cooling water (21.80%) than in condensed water (5.50%) ($P<0.01$). According to the criteria defined in *Hygienic Specification of Central Air-conditioning Ventilation System in Public Buildings (2006 version)*, the detection of *L. pneumophila* was 23.30%, which was higher than the detection (13.20%) according to the *Hygienic Specification of Central Air-conditioning Ventilation System in Public Buildings (WS 394-2012)* ($P<0.05$). The detection of *L. pneumophila* did not vary in place, region or sample ($P>0.05$). Begg's test showed no significant publication bias, and sensitivity analysis showed robustness of the results. **Conclusions** The detection of *L. pneumophila* ranges from 12.80% to 21.90% in central air-conditioning systems of public places in China. Health and environmental protection sectors need to improve the monitoring of *L. pneumophila* contamination in central air-conditioning systems of public places.

Keywords: *Legionella pneumophila*; public place; central air-conditioning system; meta-analysis

嗜肺军团菌 (*Legionella pneumophila*, LP) 是一种水源微生物, 可存活于天然水源与土壤中, 也可寄生于人工水系统, 在 25~42 °C 下繁殖, 最佳生长温度为 35 °C^[1]。LP 多隐藏在空调管道中, 集中空调冷却塔进出水温度一般为 32~37 °C, 适宜 LP 生存繁殖, LP 以含菌气溶胶的形式由排风口逸出造成室内空气污染, 引起军团菌病^[2-3]。研究发现, 军团菌是最易感染的呼吸道病原体之一, LP 在所有军团菌中致病性最强, 定期检测 LP 可以有效减少军团菌病的发生^[4-5]。我国公共场所集中空调 LP 污染的研究较多, 因地区、场所、样本量和检测标准等不同, LP 检出率存在差异^[6]。本研究采用 Meta 分析方法系统评价我国公共场所集中空调通风系统 LP 污染现状, 为 LP 污染防制提供依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索 系统检索中国知网、万方数据知识服务平台、中国生物医学文献数据库、PubMed 和 Web of Science 等中英文数据库从 2010 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日公开发表的我国公共场所集中空调通风系统 LP 污染研究文献。中文检索词为“嗜肺军团菌”“公共场所”“集中空调”“酒店”“旅馆”“医院”“商场”“超市”“地铁”“车站”“娱乐场所”。英文检索词为“*Legionella pneumophila*”“public place”“central air conditioning”。

1.2 纳入和排除标准 纳入标准: (1) 研究对象为我国公共场所集中空调的冷却水和冷凝水; (2) 效应值为 LP 检出率; (3) 按照《公共场所集中空调通风系统卫生规范》进行采样检测; (4) 样本量>10。排除标准: (1) 重复发表; (2) 信息不全; (3) 综述; (4) 文献质量评分<8 分。

1.3 文献筛选和数据提取 由 2 名研究员独立筛选文献并提取数据, 首先按照纳入排除标准阅读题目和摘要进行初筛, 然后进一步阅读全文进行最终筛选,

提取文献资料包括第一作者、发表年份、调查地点、场所、检测评价标准、样本量、检出率和 LP 分型。

1.4 文献质量评价 采用加强流行病学观察性研究的报告 (the strengthening the reporting of observational studies in epidemiology, STROBE) 声明^[7] 评价文献质量, 共 22 个条目, 总分为 22 分。评分 ≥ 14 分为高质量文献; 8~13 分为中等质量文献; <8 分为低质量文献。

1.5 统计分析 采用 Stata 16.0 软件统计分析。计算合并检出率及其 95%CI, 绘制森林图。采用 Q 检验和 I^2 进行异质性分析。若 $I^2\geq 50\%$ 或 $P<0.10$ 说明异质性较大, 采用随机效应模型; 反之则采用固定效应模型。亚组分析包括水体类型、场所、检测评价标准、地区和样本量。采用 Begg 检验评价发表偏倚。采用逐篇剔除法进行敏感性分析, 评价结局指标的稳定性。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 纳入文献基本情况 初期检索文献 742 篇, 最终纳入 Meta 分析文献 29 篇^[8-36], 均为横断面研究, 文献筛选流程见图 1。STROBE 评分为 11~14 分, 其中高质量文献 10 篇, 中等质量文献 19 篇。共纳入样本量 6 160 份。文献基本情况见表 1。

2.2 公共场所集中空调通风系统 LP 检出率 29 篇文献存在较大异质性 ($Q=558.199$, $I^2=94.98\%$, $P<0.001$), 采用随机效应模型进行 Meta 分析。结果显示, 我国公共场所集中空调通风系统 LP 合并检出率为 17.20% (95%CI: 12.80%~21.90%)。见图 2。

2.3 亚组分析 冷却水 LP 检出率为 21.80%, 高于冷凝水的 5.50% ($Z=22.365$, $P<0.001$)。采用《公共场所集中空调通风系统卫生规范 (2006 修订版)》检测评价的 LP 检出率为 23.30%, 高于采用 WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》检测评价的 13.20% ($Z=3.919$, $P=0.048$)。不同地区、样本

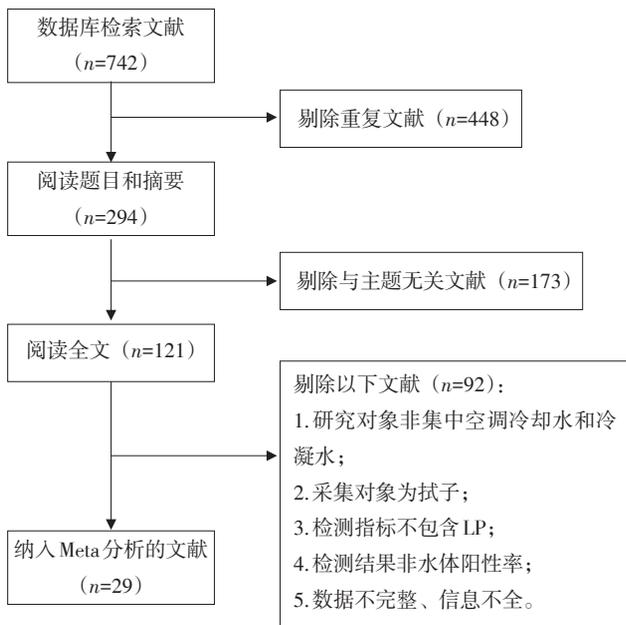


图1 文献筛选流程

Figure 1 Flow chart of literature screening

量和场所的LP检出率比较,差异均无统计学意义($Z=0.264, P=0.607; Z=2.131, P=0.144; Z=3.935, P=0.415$)。见表2。

2.4 LP分型 13篇文献涉及LP分型,阳性菌株样本共512份,其中320份为LP1型,占62.50%;LP7型60份,占11.72%;LP3型25份,LP10型20份,LP5型12份,部分阳性样本存在多种菌型共存的现象。

2.5 发表偏倚及敏感性分析 Begg检验结果显示无明显发表偏倚($Z=1.650, P=0.099$)。逐一剔除单篇研究进行Meta分析,结果显示LP合并检出率无明显变化,为16.20% (95%CI: 12.30%~20.60%) ~ 18.00% (95%CI: 13.60%~22.70%),提示本研究结果较为稳定。

3 讨论

Meta分析结果显示,我国公共场所集中空调通风系统LP合并检出率为17.20%,低于2006—2012年的Meta分析结果^[37],但仍未达到公共场所集中空调通风系统不得检出LP的要求。造成LP污染的因素较多,一方面可能由于集中空调清洗消毒工作费用较高,部分场所清洗消毒工作不全面、不完善;另一方面可能是人员密集的公共场所集中空调使用频率高,未定期清洗消毒,导致空调管道淤泥和微生物堆积^[38-39]。今后应加强使用单位卫生培训和检测单位的监督执法力度,加强重点环境监测,及时发现污染

表1 纳入文献的基本资料

Table 1 Basic information of the included literature

第一作者	发表年份	调查地点	检测评价标准	样本量	检出率/%	STROBE评分
程慧 ^[8]	2010	深圳	2006版	32	50.00	12
吴文斌 ^[9]	2011	泉州	2006版	34	67.65	12
钟巍 ^[10]	2012	广州	2006版	326	26.69	11
冯锦姝 ^[11]	2012	深圳	2006版	431	6.96	12
吴浩生 ^[12]	2012	深圳	2006版	18	11.11	12
刘月淑 ^[13]	2012	银川	2006版	37	13.51	14
江思力 ^[14]	2014	广州	2012版	50	28.00	14
张丽蓉 ^[15]	2015	漳州	2012版	27	33.33	12
林思仁 ^[16]	2015	惠州	2012版	250	24.00	12
孙志峰 ^[17]	2015	北京	2012版	40	5.00	12
冯锦姝 ^[18]	2015	深圳	2012版	78	41.03	13
陈志永 ^[19]	2015	常州		179	22.91	14
林奕嘉 ^[20]	2016	深圳	2006版	174	20.11	14
叶思娟 ^[21]	2017	惠州	2012版	406	17.98	14
石艳 ^[22]	2017	合肥	2012版	18	16.67	12
陶利 ^[23]	2017	武汉	2012版	120	27.50	13
张海霞 ^[24]	2017	北京	2012版	96	7.29	11
冯锦姝 ^[25]	2017	深圳	2006版	782	14.19	13
张浩玲 ^[26]	2017	中山	2012版	663	6.79	15
陈卫中 ^[27]	2018	浙江	2012版	377	5.84	13
曾雪娇 ^[28]	2018	上海	2012版	48	2.08	15
万枫 ^[29]	2018	新疆		300	40.67	12
李婵媛 ^[30]	2018	铁岭	2012版	410	8.78	14
史蓉婕 ^[31]	2019	深圳	2012版	376	3.46	14
张海霞 ^[32]	2019	北京		92	17.39	11
陈卫中 ^[33]	2019	浙江	2012版	390	2.56	13
龚华 ^[34]	2020	上海	2012版	20	15.00	14
姜颖 ^[35]	2020	深圳	2012版	303	12.21	14
曾立爱 ^[36]	2022	江西	2012版	83	21.69	13

注:2006版指《公共场所集中空调通风系统卫生规范(2006修订版)》;2012版指WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》。

源并进行消毒处理,预防人群感染。

亚组分析结果显示,冷却水LP检出率明显高于冷凝水。冷却塔底部与外界相通,易导致灰尘和淤泥沉积,有利于军团菌生长繁殖^[30]。研究显示,集中空调冷却塔军团菌阳性率高达50%~80%,是军团菌病暴发的主要来源^[40]。提示应重视集中空调冷却塔系统定期维护工作。随着《公共场所卫生管理条例实施细则》和WS 394—2012《公共场所集中空调通风

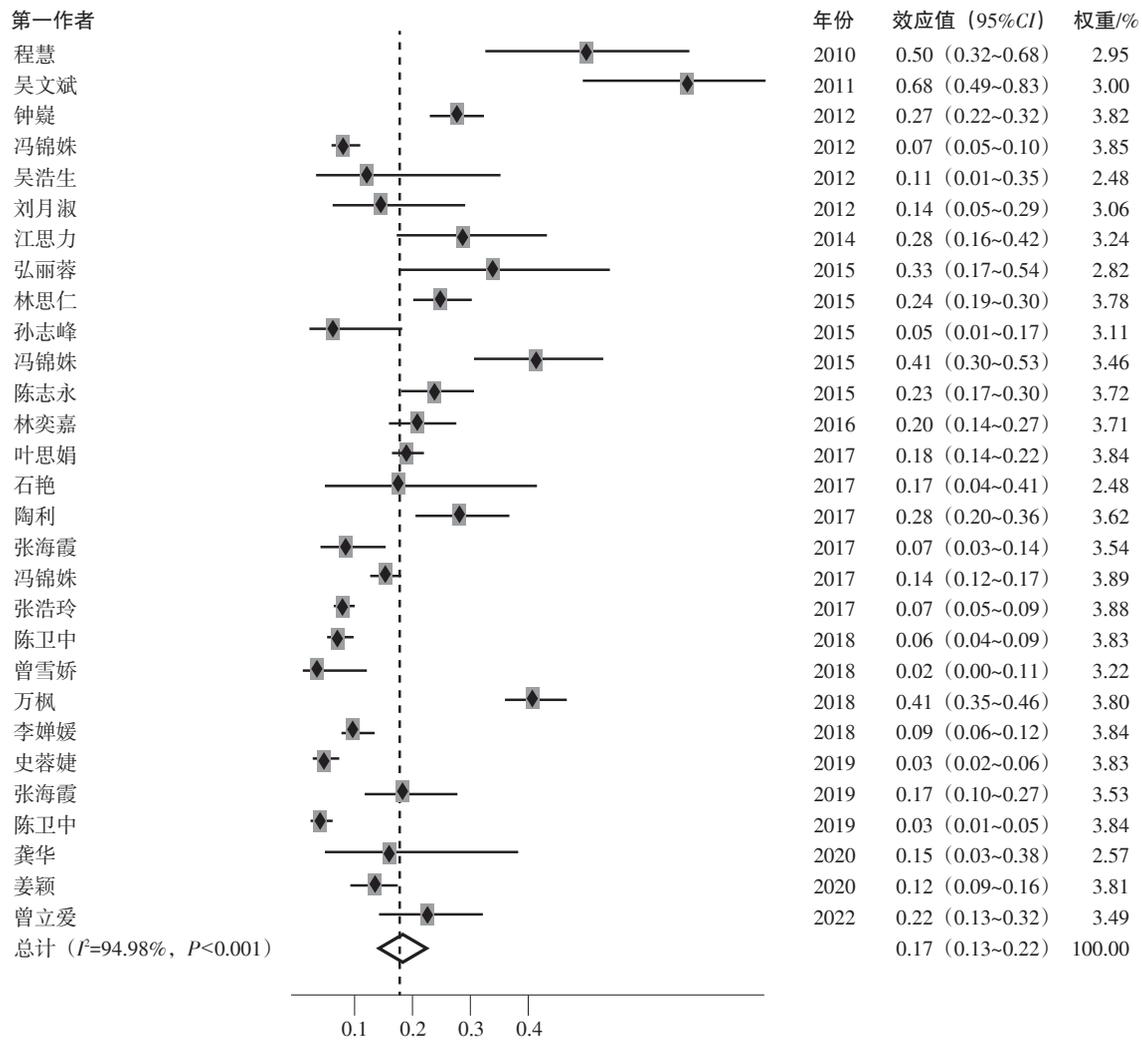


图2 我国公共场所集中空调通风系统 LP 检出率森林图

Figure 2 Forest plot of detection of *Legionella pneumophila* in central air-conditioning systems in public places in China

系统卫生规范》的实施，各地卫生健康部门主动加强对集中空调定期清洗消毒的监管和培训。采用《公共场所集中空调通风系统卫生规范（2006 修订版）》和 WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》2 种不同的检测评价方法，LP 检出率存在显著差异，可能与采样点取水量和菌落观察步骤不一致有关。

医疗机构 LP 检出率较高，与医院人流量大，集中空调使用率高、清洗消毒不及时等因素有关，军团菌病暴发风险较高^[41]。不同场所和地区的 LP 检出率无统计学差异，但由于研究间存在较大异质性，不能说明这些因素与 LP 检出率无关，仍需进一步研究分析。本研究共选取 13 篇涉及 LP 分型的文献，62.50% 的样本检出 LP1 型，提示 LP1 型是引起嗜肺军团菌病的主要病原体^[42]。

本研究共纳入 10 篇高质量文献，19 篇中等质量文献，数据较为真实可靠。由于纳入文献的研究场

所、检测评价标准、采样时间和样本量等不同，合并分析时存在较大异质性。但本研究采用严格的纳入和排除标准，且文献数量和样本量较大，能够通过合并效应量客观反映我国公共场所集中空调 LP 的污染状况，为 LP 防治提供参考。

参考文献

[1] FIELDS B S, BENSON R F, BESSER R E. Legionella and legionnaires' disease: 25 years of investigation [J]. Clin Microbiol Rev, 2002, 15 (3): 506-526.

[2] 张屹, 贾予平, 沈凡, 等. 公共建筑冷却塔军团菌污染水平与环境因素现况调查 [J]. 首都公共卫生, 2016, 10 (1): 6-9.

[3] BORGES V, NUNES A, SAMPAIO D A, et al. Legionella pneumophila strain associated with the first evidence of person-to-person transmission of legionnaires' disease: a unique mosaic genetic backbone [J/OL]. Sci Rep, 2016, 6 [2023-04-05]. https://doi.org/10.1038/srep26261.

[4] 陈卫中, 陈志健, 何升良, 等. 浙江省公共场所集中空调通风系统卫生状况分析 [J]. 预防医学, 2019, 31 (10): 1048-1050.

表2 我国公共场所集中空调通风系统LP检出率的亚组分析

Table 2 Subgroup analysis of detection of *Legionella pneumophila* in central air-conditioning systems of public places in China

亚组	文献数	样本量	合并检出率(95%CI) %	Q值	I ² %	P值
水体类型						
冷却水	29	3 863	21.80 (16.30~27.80)	440.918	93.65	<0.001
冷凝水	29	2 313	5.50 (2.60~9.20)	220.172	87.28	<0.001
场所						
酒店、饭店	24	2 176	16.80 (11.90~22.10)	202.771	88.66	<0.001
商场、超市	15	1 479	12.50 (8.10~17.60)	75.014	81.34	<0.001
交通工具	6	570	13.70 (0.40~36.70)	140.776	96.45	<0.001
娱乐场所	11	752	11.70 (5.60~19.30)	62.481	84.00	<0.001
医疗机构	10	605	21.90 (11.60~34.00)	63.307	85.78	<0.001
评价标准						
2006版	8	1 834	23.30 (14.40~33.50)	121.907	94.26	<0.001
2012版	18	3 755	13.20 (8.90~18.10)	251.618	93.24	<0.001
地区						
南方	23	5 185	17.80 (13.10~23.10)	418.674	94.75	<0.001
北方	6	975	14.30 (4.30~28.50)	123.095	95.94	<0.001
样本量						
<100	14	673	21.40 (12.70~31.50)	107.636	87.92	<0.001
≥100	15	5 487	14.40 (9.60~20.00)	418.905	94.98	<0.001

注：2006版指《公共场所集中空调通风系统卫生规范（2006修订版）》；2012版指WS 394—2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》。

[5] CUNHA B A, BURILLO A, BOUZA E. Legionnaires' disease [J]. Lancet, 2016, 387 (10016): 376-385.

[6] 刘慧, 陈丽琼, 卢彩兰, 等. 公共场所集中空调通风系统卫生状况研究进展 [J]. 中国卫生工程学, 2020, 19 (3): 477-479.

[7] VON ELM E, ALTMAN D G, EGGER M, et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies [J]. Int J Surg, 2014, 12 (12): 1495-1499.

[8] 程慧, 林奕芝, 潘瑞胤, 等. 深圳市6家医院集中空调冷却水军团菌污染状况及其管理对策 [J]. 职业与健康, 2010, 26 (4): 436-437.

[9] 吴文斌, 刘建忠, 陈志平, 等. 泉州市公共场所集中空调通风系统卫生状况分析 [J]. 医学动物防制, 2011, 27 (2): 134-136.

[10] 钟巍, 杨轶戩, 郭重山, 等. 广州市公共场所集中空调冷却水冷凝水军团菌污染调查 [J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 22 (6): 1418-1419, 1425.

[11] 冯锦妹, 张志诚, 余淑苑, 等. 深圳公共场所水系统嗜肺军团菌污染研究 [J]. 中国卫生工程学, 2012, 11 (1): 32-33, 36.

[12] 吴浩生, 林奕嘉, 余伟欣, 等. 深圳市罗湖区医院、宾馆集中式空调系统卫生学评价 [J]. 中国社会医学杂志, 2012, 29 (3): 219-221.

[13] 刘月淑, 王红娅, 张桂芳, 等. 银川市酒店集中空调和洗澡热水军团菌污染分析 [J]. 宁夏医学杂志, 2012, 34 (1): 65-67.

[14] 江思力, 石同幸, 刘俊华, 等. 广州市办公大楼集中空调通风系统卫生状况分析 [J]. 预防医学论坛, 2014, 20 (4): 250-252.

[15] 张丽蓉, 郭宝焱, 姚海燕, 等. 漳州市2014年部分酒店/宾馆中央空调冷却塔/冷凝水嗜肺军团菌污染调查 [J]. 海峡预防医学杂志, 2015, 21 (5): 62-63.

[16] 林思仁, 徐志华, 叶思娟, 等. 惠州市公共场所集中空调通风系统卫生状况调查 [J]. 环境卫生学杂志, 2015, 5 (2): 150-153.

[17] 孙志峰, 段旭, 宋光辉. 2014年北京市东城区公共场所集中空调通风系统污染状况分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25 (14): 2401-2403.

[18] 冯锦妹, 余淑苑, 张然, 等. 2012年10月—2013年10月深圳市公共场所水系统嗜肺军团菌污染现状 [J]. 实用预防医学, 2015, 22 (10): 1235-1237.

[19] 陈志永, 陈小岳, 秦黎霞. 2011—2014年苏南某市公共场所集中空调水系统嗜肺军团菌污染状况分析 [J]. 环境卫生学杂志, 2015, 5 (6): 565-567.

[20] 林奕嘉. 深圳市罗湖区公共场所集中空调通风系统冷却水、冷凝水卫生状况分析 [J]. 疾病监测与控制, 2016, 10 (3): 210-211.

[21] 叶思娟, 林思仁, 徐志华, 等. 惠州市某区公共场所集中空调通风系统微生物污染状况调查 [J]. 中国卫生工程学, 2017, 16 (4): 461-464.

[22] 石艳, 汪百鸣, 吴昕. 合肥市2014—2015年公共场所集中空调通风系统卫生状况评价 [J]. 安徽预防医学杂志, 2017, 23 (5): 345-347.

[23] 陶利, 汪静. 公共场所集中空调冷却水军团菌污染现状研究 [J]. 中国卫生产业, 2017, 14 (26): 40-41.

- [24] 张海霞, 张美云, 孙晓冰, 等. 2015年北京市某区星级酒店集中空调系统卫生情况 [J]. 职业与健康, 2017, 33 (2): 248-250.
- [25] 冯锦妹, 余淑苑, 周国宏, 等. 2015—2016年深圳市公共场所空调系统嗜肺军团菌的污染状况 [J]. 公共卫生与预防医学, 2017, 28 (3): 78-80.
- [26] 张浩玲, 何伦发, 郭艳, 等. 2013年—2015年某市公共场所集中空调通风系统微生物污染状况调查 [J]. 环境卫生学杂志, 2017, 7 (1): 19-23.
- [27] 陈卫中, 陈志健, 何升良, 等. 浙江省公共场所集中空调通风系统污染监测结果分析 [J]. 预防医学, 2018, 30 (4): 402-404.
- [28] 曾雪娇, 杜喜浩, 张佳, 等. 上海市轨道交通地下车站集中空调通风系统的卫生状况 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35 (4): 286-290.
- [29] 万枫, 豆媛媛, 田锋. 2014—2017年新疆乌鲁木齐市妇幼保健医院中央空调系统军团菌检测结果 [J]. 职业与健康, 2018, 34 (17): 2392-2394, 2398.
- [30] 李婵媛. 2012年—2016年铁岭市公共场所集中空调冷却水、冷凝水嗜肺军团菌检测结果分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28 (1): 120-121, 123.
- [31] 史蓉婕, 王希丹, 龙冬玲, 等. 2014—2018年深圳市罗湖区公共场所集中空调通风系统卫生状况分析 [J]. 环境卫生学杂志, 2019, 9 (4): 353-357.
- [32] 张海霞, 张美云, 孙晓冰, 等. 2018年北京市朝阳区二、三级医院集中空调系统卫生情况 [J]. 职业与健康, 2019, 35 (17): 2397-2400.
- [33] 陈卫中, 陈志健, 何升良, 等. 浙江省公共场所集中空调通风系统卫生状况分析 [J]. 预防医学, 2019, 31 (10): 1048-1050.
- [34] 龚华, 钱春燕, 全旭芳, 等. 2014—2018年上海市普陀区公共场所集中空调通风系统卫生状况调查 [J]. 上海预防医学, 2020, 32 (4): 299-302, 308.
- [35] 姜颖, 范志伟, 陈振发, 等. 2016—2019年深圳市南山区公共场所集中空调通风系统卫生状况调查 [J]. 公共卫生与预防医学, 2020, 31 (2): 46-49.
- [36] 曾立爱, 姜茗, 刘成伟, 等. 江西省公共场所集中空调通风系统微生物污染状况调查 [J]. 中国消毒学杂志, 2022, 39 (3): 183-185.
- [37] 金鑫, 韩旭, 耿莉, 等. 2006—2012年我国公共场所集中空调通风系统嗜肺军团菌污染状况 Meta 分析 [J]. 环境与健康杂志, 2015, 32 (3): 225-230.
- [38] 章燕, 冯智田, 窦志勇, 等. 公共场所集中空调通风系统微生物污染现状 [J]. 中国卫生监督杂志, 2020, 27 (2): 131-135.
- [39] 姜帅, 余淑苑, 陈国敏, 等. 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》实施情况调查 [J]. 环境卫生学杂志, 2021, 11 (6): 529-536.
- [40] 单聪. 空调冷却塔水嗜肺军团菌污染调查及其生物传感器快速检测方法的研究 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2010.
- [41] LIN H, XU B, CHEN Y, et al. *Legionella* pollution in cooling tower water of air-conditioning systems in Shanghai, China [J]. J Appl Microbiol, 2009, 106 (2): 606-612.
- [42] AMEMURA-MAEKAWA J, KURA F, CHIDA K, et al. *Legionella pneumophila* and other *Legionella* species isolated from legionellosis patients in Japan between 2008 and 2016 [J/OL]. Appl Environ Microbiol, 2018, 84 (18) [2023-04-05]. <https://doi.org/10.1128/AEM.00721-18>.

收稿日期: 2023-02-24 修回日期: 2023-04-05 本文编辑: 吉兆洋

欢迎广大卫生健康科技工作者向《预防医学》投稿

www.zjfyxzz.com