

山东省沐浴场所淋浴水中嗜肺军团菌污染状况及耐药性调查

江媛媛¹, 高衍新¹, 隋少峰⁴, 杜英林¹, 张晓¹, 胡彬³, 董非²

1. 山东省疾病预防控制中心公共卫生监测评价所, 山东 济南 250013;

2. 山东省疾病预防控制中心消毒与病媒生物防治所, 山东 济南 250013;

3. 山东省疾病预防控制中心卫生检验检测所, 山东 济南 250014;

4. 上海市疾病预防控制中心健康危害因素监测与控制所

摘要:目的 调查山东省沐浴场所淋浴水中嗜肺军团菌(*Legionella pneumoniae*, Lp)的污染状况、影响因素以及对抗生素的耐药性,为制定人群 Lp 感染的防控策略提供科学依据。方法 于 2020—2022 年以整群随机抽样的方法在山东省内 16 个城市每年抽取 2~3 家公共沐浴场所,进行淋浴水中 Lp 的检测。按照淋浴水样采集时间、水箱大小、供水方式、水箱是否消毒等分层探讨 Lp 检出率的影响因素;对阳性样品中的 Lp 进行血清分型及抗生素耐药性检测,进一步分析 Lp 抗生素耐药性特点。结果 在采集的 143 份样品中,有 55 份 Lp 检测阳性,阳性率为 38.5%。血清学分型鉴定发现,阳性 Lp 血清 1 型(LP1)占比 51%。不同的水样采集时间(10 月份为 46.7%,4 月份为 29.4%, $\chi^2=4.49$, $P<0.05$)、不同供水水箱储水量(水箱储水量大于日用水量者为 50.8%,水箱储水量小于日用水量者为 18.2%, $\chi^2=10.39$, $P<0.01$)及不同水样采集位置(管网入水口为 26.5%,淋浴喷头为 44.7%, $\chi^2=4.48$, $P<0.05$)等对淋浴水中 Lp 的检出率有影响,三种不同分组比较的组内差异均有统计学意义。分离出的 55 株阳性菌株对 7 种一线治疗药物表现为不同程度的耐药,对头孢呋辛的耐药率最高,为 90.9%,对阿奇霉素耐药率最低,为 14.5%。结论 山东省 16 个城市沐浴场所淋浴水中 Lp 阳性率的高低主要受环境温度和淋浴水在供水系统中滞留的影响,环境中 Lp 主要是对头孢呋辛、利福平、舒巴坦等抗生素耐药,建议加强对淋浴水的监管,关注菌群耐药性变化,保障公共场所淋浴用水安全,保护人民群众的身体健康。

关键词:嗜肺军团菌,沐浴场所,淋浴水,耐药性

中图分类号:R123.1;R378.99 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2025)05-916-06

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202411329

Investigation of legionella pneumophila contamination and antibiotic resistance in shower water at bathing venues in Shandong Province

JIANG Yuan-yuan*, GAO Yan-xin, SUI Shao-feng, DU Ying-lin, ZHANG Xiao, HU Bin, DONG Fei

*Shandong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Health Inspection and Testing Institute, Jinan, Shandong 250014, China

Abstract: Objective To investigate the contamination levels of *Legionella pneumophila* (Lp) in shower water at bathing venues in Shandong Province, the influencing factors, and antibiotic resistance, providing a scientific basis for formulating prevention and control strategies for Lp infections in the population. **Methods** Using a cluster random sampling method, 2 to 3 public bathing venues were selected annually from 16 cities in Shandong Province from 2020 to 2022 for testing Lp in shower water. The influencing factors on the detection rate of Lp were explored based on the time of water sample collection, the size of water tanks, water supply methods, and whether the tanks were disinfected. Serotyping and antibiotic resistance testing were conducted on positive samples to further analyze the characteristics of antibiotic resistance in Lp. **Results** Among the 143 samples collected, 55 tested positives for Lp, yielding a positivity rate of 38.5%. Serological typing identified that serotype 1 (LP1) accounted for 51% of the positive Lp strains. The detection rate of Lp was influenced by various factors, including different water sample collection times (46.7% in October, 29.4% in April, $\chi^2=4.49$, $P<0.05$), varying water tank storage capacities (50.8% for tanks with a capacity greater than daily water usage, 18.2% for those with a capacity less than daily usage, $\chi^2=10.39$, $P<0.01$), and different sampling locations (26.5% at the water inlet of the pipeline, 44.7% at the

基金项目:山东省自然科学基金面上项目(ZR2022MH318);山东省医药卫生科技项目(202312011009)

作者简介:江媛媛(1976—),女,学士,副主任技师,研究方向:公共卫生

通信作者:胡彬, E-mail: wubz9670@126.com;董非, E-mail: 1377394076@qq.com;胡彬与董非为共同通信作者

showerhead, $\chi^2=4.48$, $P < 0.05$), with statistically significant differences observed within the groups. The 55 positive strains exhibited varying degrees of resistance to seven first-line treatment antibiotics, with the highest resistance rate to cefuroxime (90.9%) and the lowest to azithromycin (14.5%). **Conclusion** The positivity rate of Lp in shower water at bathing venues across 16 cities in Shandong Province is primarily influenced by environmental temperature and the retention of shower water in the water supply system. The Lp strains in the environment show significant resistance to antibiotics such as cefuroxime, rifampicin, and sulbactam. It is recommended to strengthen the monitoring of shower water, pay attention to changes in bacterial resistance, ensure the safety of shower water in public places, and protect the health of the population.

Keywords: *Legionella pneumophila*; Bathing venues; Shower water; Antibiotic resistance

军团菌是一种广泛存在于自然界水和土壤中的机会致病菌,主要在 40~50℃人造供水系统的潮湿环境中生长繁殖。嗜肺军团菌(*Legionella pneumoniae*, Lp)是军团菌中的主要致病菌,人类主要通过吸入被嗜肺军团菌污染的气溶胶而引发军团菌病(legionellosis),主要症状表现为非典型肺炎^[1-3],如不及时治疗,军团菌病死率高达 8%~15.38%^[4-5]。鉴于 Lp 的致病性及其传播的隐匿性,世界卫生组织(WHO)已将由 Lp 传播引起的以肺炎为主的全身性疾病列入传染病报告范围。

Lp 可在肺巨噬细胞内侵入和复制,所以国际公认的能够穿透细胞的抗菌药物如大环内酯类、氟喹诺酮类和利福平等为首选药物。近年来人们开始关注人工水环境中微生物的耐药性研究,国际已有 Lp 在外环境中获得耐药性的报道,Lp 耐药基因的出现,给 Lp 病的治疗带来了巨大的挑战。

淋浴水作为一种常见的生活用水,其潜在致病性却较少被人们关注。公共沐浴场所在运行过程中,将淋浴水的温度长期维持在 40℃左右,同时沐浴场所特有的潮湿环境均为 Lp 在沐浴场所室内空气中的生长、繁殖、悬浮提供了有利条件,国际上欧洲、美国均有淋浴水引起 Lp 感染的报道^[6],我国自 1982 年在南京首次发现 Lp 病例以来,全国也有多起嗜肺军团菌病的暴发与散发报道^[7-9]。我国于 2019 年发布 GB 37488—2019《公共场所卫生指标及限制要求》明确沐浴用水中不得检出 Lp^[10],说明 Lp 通过淋浴水传播应引起足够重视。目前国外学者对公共场所中 Lp 产生、传播、致病机理等进行了大量研究^[11-12],但其关于淋浴水中 Lp 的污染状况及耐药性研究受地理、人文等方面差异的影响较大,其研究结果可能不适用于我国现有情况。国内大多数研究集中于公共场所集中空调冷凝水的污染状况分析,对淋浴水多种可能影响因素,并结合水中 Lp 耐药性的研究相对较少。本研究采集了山东省不同季节、不同供水模式等淋浴水样品,对其中 Lp 进行了检测分析,分析其污染特征及耐药特点,为探索山东省人群通过沐浴途径感染 Lp 的防控措施、降低 Lp 暴露风险提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象与调查内容 采用横断面调查的方式,按照简单随机抽样的方法,于 2020 年在山东省各市随机选取 2~3 家,共 38 家沐浴场所作为研究对象。为保证研究的连续性,每年调查及采样均在预先选定的场所进行,如因客观原因需更换研究对象则从其经营规模、客流量、沐浴水水源等多方面考虑,选择相同或相似的沐浴场所作为研究对象进行更换。2020—2022 年每年均发放调查问卷和进行水样采集,每家沐浴场所采集沐浴用水样 2~3 份。自主设计调查表,主要内容包括沐浴场所的基本情况、储水方式、加热方式及设备管理等情况。所有调查员均严格培训,统一调查方法,现场调查由调查员询问沐浴场所管理人员,所选择的管理人员知晓该单位的卫生管理等情况,同时为保证回答的准确性,针对设施设备清洗消毒等指标,调查员现场查看有关记录,确保问卷真实有效,三年共收集 114 份问卷。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集与运输 淋浴水由市政供水(自来水)经加热系统进入供水管道后由喷头出水完成水循环。依据 GB/T18204.6—2013《公共场所卫生检验方法第 6 部分:卫生监测技术规范》分别于加热系统和供水管道之间设一个采样点,淋浴喷头设一个采样点,各采集样本 1~2 个,共采集 143 份水样。考虑淋浴水的加热方式及 Lp 存活的适宜温度,将水样采集时间定在每年的 4 月(春季)和 10 月(秋季)太阳能及电加热均正常运营的季节。每家场所均在正常营业 4 h 后进入沐浴场所打开淋浴器喷头,将水温调至淋浴温度 40~50℃时采集水样 500 ml。使用无菌水样采集袋,密封后充分混匀备检。淋浴水管网进水选择供水容器出水阀门处采集,打开出水阀门放水半分钟,无菌水样袋采集水样 500 ml,密封混匀后备检。水样采集过程遵守无菌操作的要求。各地区采样后 24 h 内运送到山东省疾病预防控制中心病原生物检验实验室。

1.2.2 军团菌分离鉴定 采用 T/WSDJ 26—2022《水中 Lp 检验方法—酶底物法》^[13]检测 Lp,通过 Lp 96 孔

定量盘(Legiolert,美国)初步定性后,经布鲁克飞行时间质谱仪(MicroFlexSirus)验证确认。

1.2.3 血清分型 利用澳克塞(OXOID)的乳胶凝集试剂盒(296114520210601)对军团菌进行血清分型。将菌株接种于活性炭酵母浸膏缓冲琼脂平板(BCYE,广东环凯微生物科技有限公司),在二氧化碳培养箱(IL-161CI,施都凯仪器设备有限公司)5% CO₂条件下 37 ℃培养 48 h,按照军团菌诊断血清说明书进行血清凝集及结果判读。

1.2.4 药敏试验 采用 E-test 法(Etest 条,飞驰,意大利)对分离菌株进行阿奇霉素、左氧氟沙星、红霉素、莫西沙星、舒巴坦、利福平、头孢呋辛等七种抗生素的药敏检测,根据欧洲抗生素药物敏感性实验委员会(The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing,EUCAST)对军团菌药敏检测标准,以 Lp 菌株 ATCC33152 菌株作为质控菌株(敏感菌株)(LpATCC 33152,中国疾病预防控制中心传染病所赠送)。菌株耐药与否根据 EUCAST 所推荐的各种抗生素敏感性标准进行判定^[10,13]。

1.3 统计学分析 数据收集及样品检测结果通过 EpiData 3.0 软件录入,核对无误后用 Excel 进行数据整理。样本数量等计数资料及其构成比以个数(百分数)表示,组间差异采用 χ^2 检验进行比较,检验水准 $\alpha=0.05$ 。数据资料的统计分析采用 SPSS 20.0 进行;使用 Graphpad Prism 9.0 制作统计图。

2 结果

2.1 淋浴水中 Lp 检测结果 2020—2022 年,在山东省 16 市中共有 14 市的淋浴水检出 Lp 阳性,143 份水样阳性检出率为 38.5%(55/143),逐年阳性检出率分别为 2020 年 54.8%(17/31)、2021 年 29.4%(20/68)、2022 年为 40.9%(18/44)。研究对象中 38 家沐浴场所阳性检出率为 84.2%(32/38),其中 4 个城市连续三年样品检测阳性,6 个城市连续两年样品检测阳性。

2.2 沐浴场所 Lp 阳性的影响因素分析 Lp 阳性率影响因素单因素分析显示,不同季节采集的水样(10 月份为 46.7%,4 月份为 29.4%)、供水水箱储水量是否大于日用水量(水箱储水量大于日用水量者为 50.8%,水箱储水量小于日用水量者为 18.2%)、不同水样采集位置(管网入水口为 26.5%,淋浴喷头为 44.7%)等因素之间 Lp 阳性检出率差异有统计学意义($P<0.05$)。不同供水方式、水箱是否消毒、沐浴场所对水质是否定期检测、淋浴水的加热方式等因素之间 Lp 阳性检出率差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 山东省 2020—2022 年沐浴场所不同状态淋浴水样中 Lp 检出情况

Table 1 Detection of Lp in shower water samples from different states of bathing facilities in Shandong Province from 2020 to 2022

淋浴水样状态	样本份数	阳性数(阳性率 %)	χ^2 值	P 值
水样采集时间				
10 月	75	35(46.7)	4.49	0.034
4 月	68	20(29.4)		
供水方式				
有水箱储水	93	36(38.7)	0.007	0.934
无水箱直供	50	19(38.0)		
消毒情况*				
消毒	67	24(35.8)	0.84	0.359
未消毒	26	12(46.2)		
水质检测#				
是	76	34(44.7)	2.70	0.100
否	67	21(31.3)		
水加热方式				
电/燃气	121	48(39.7)	0.49	0.490
太阳能	22	7(31.8)		
供水水箱水量				
储水>日用水量	59	30(50.8)	10.39	<0.001
储水<日用水量	33	6(18.2)		
水样采集位置				
管道进水口	49	13(26.5)	4.48	0.034
淋浴喷头	94	42(44.7)		
合计	143	55(38.5)	—	—

注:* 有水箱的场所是否自主对水箱进行每年不少于 1 次的消毒;
对水质的检测为每年不少于 1 次送第三方检测。

2.3 Lp 血清分型 分离出的 55 株阳性样品经血清凝集试验,血清分型有 2 个组别,分别为 Lp1 占 51%(28 株)、Lp2~14 型占 49%(27 株)。不同采集时间的水样及不同加热方式的水样血清分型两者均无统计学差异($P>0.05$),见表 2。

2.4 耐药结果 对淋浴水中分离出的 55 株阳性样品进行了耐药性检测。研究结果发现,淋浴水环境中 Lp 对 7 种抗生素表现为不同程度的耐药。耐药率由高至低依次为头孢呋辛(90.9%,50 株)>利福平(76.4%,42 株)>舒巴坦(63.6%,35 株)>莫西沙星(60.0%,33 株)>红霉素(50.9%,28 株)>左氧氟沙星(30.9%,17 株)>阿奇霉素(14.5%,8 株)。见图 1。

由于 2020 年采样 15 例,2021 年采样 17 例,样本例数较少,因此将两年的数据合并,与 2022 年的 23 例耐药率进行比较。在 2020—2021 年的 32 株淋浴水 Lp 种,耐药率最高为头孢呋辛(93.8%,30 株),最低为阿奇霉素(6.25%,2 株)。2022 年耐药率最高为头孢呋辛(87.0%,20 株)和利福平(87.0%,20 株),

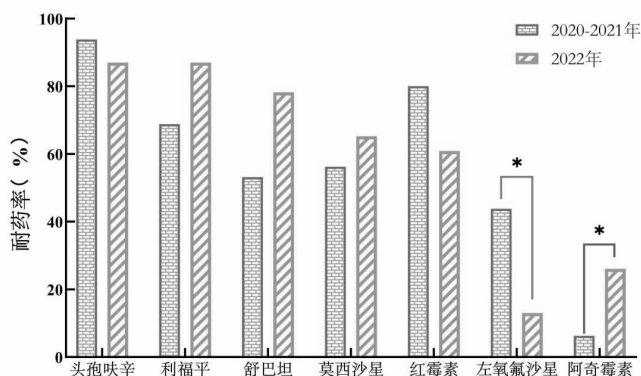
最低为左氧氟沙星(13.0%,3株)。经 χ^2 检验,不同年份的Lp对左氧氟沙星的耐药率不同,2022年的耐药率低于2020—2021年,差异有统计学意义($P <$

0.05);不同年份阿奇霉素耐药率的差异也有统计学意义($P < 0.05$),2022年的耐药率高于2020—2021年。

表2 不同类型阳性水样Lp血清学分析[n(%)]

Table 2 Serological analysis of Lp in different types of positive water samples [n(%)]

淋浴水样状态		LP1型	LP2~14型	χ^2 值	P值
水样采集时间	10月	17(44.7)	21(55.3)	1.87	0.171
	4月	11(64.7)	6(35.3)		
水加热方式	太阳能	3(42.9)	4(57.1)	1.65	0.199
	电/燃气	25(52.1)	23(47.9)		



注: * $P < 0.05$ 。

图1 不同年份Lp抗生素耐药性比较

Figure 1 Analysis of antibiotic resistance of Lp in different years

3 讨论

调查结果显示,在2020—2022年山东省调查的16个城市中,先后有14个城市淋浴水Lp检出阳性。采集的143份水样总的阳性检出率为38.5%,略高于马鞍山市^[14](29.7%),北京市^[15](22.7%)的调查结果,与四川省^[16](39.59%)调查结果基本一致。不同研究者报道的Lp阳性检出率的差异可能与监测样本量、采样范围、检测技术水平和试剂等因素有关。

本研究发现供水水箱储水量大于日用水量时,其淋浴水中Lp阳性检出率明显较高,提示水箱中存在残留供水可能是导致Lp污染的重要因素之一。同时Lp滞留在供水管道内与原虫、微生物形成共生关系,菌体嵌入原虫细胞外基质的细胞生物膜层^[17],使Lp耐受含氯消毒剂的侵蚀,更保持了持久的致病力。建议沐浴场所合理设计水箱容量,储水量小于日用水量,减少积水情况发生,每日营业前先将水箱、水管中残留的水放掉,供水管道、水箱等储水设备采用表面光滑不易产生生物膜的材料,降低军团菌感染风险。影响Lp污染程度的另一个因素是环境温度,李娜^[18]李达^[18]严燕^[19]等做的季节变化与水中Lp阳性率的关联性研究,发现环境温度与Lp的污染有相关性,本

次调查中,秋季淋浴水水样阳性检出率明显高于春季,建议在高发季节增加淋浴水的监测、消毒频率。调查发现淋浴喷头出水阳性检出率明显高于供水管网入水口的阳性检出率,说明供水管道及淋浴喷头是Lp污染的重点部位,应考虑针对供水管道和淋浴喷头等关键部位^[20]进行深度清洗和浸泡消毒。本次调查中发现水箱消毒与否,Lp阳性检出率无统计学差异,目前公共场所管理部门对淋浴水消毒管理工作不够重视,清洗消毒使用消毒剂的浓度及消毒时长等没有统一技术要求,导致消毒效果不理想,亟需结合消毒效果研究制定淋浴水的消毒指南,进一步指导淋浴水科学消毒。加强对淋浴水的管理,更多从预防角度关注并控制淋浴水中Lp的污染,对潜在的风险进行预警,防控Lp的传播,以达到保护人群健康的目的。

Lp不同血清型致病性不同,LP1型为主要致病血清型^[21],是引起社区获得性肺炎和医院内感染性肺炎的重要病原体。山东省16市淋浴水中检出的Lp以高致病风险的LP1型为主,占51%(28株),略高于四川省^[16](40%)、马鞍山市^[19](40.9%)的调查结果,与漳州市^[22](58.43%)和江门市^[23](56.06%)的调查结果基本一致。本研究发现对于不同季节及不同加热方式的水样,血清分型均无统计学差异,淋浴水中的Lp的血清型不受季节性和水加热方式的影响,均存在发生军团病的健康风险。

耐药研究显示,淋浴水中的Lp对七种抗生素均表现为不同程度的耐药,对于目前抗军团菌药物首选的阿奇霉素(14.5%)耐药菌株最少,临床治疗军团菌病时仍可考虑其作为首选治疗药物^[24-25],但红霉素(50.9%)耐药率较高,远高于肖士林^[26]等对其他环境水的耐药性研究结果。通过对3个年份淋浴水样的Lp药物敏感性进行的调查,发现细菌的耐药基因会因为外环境的各种因素发生变化。目前Lp涉及患者生物样品的耐药检测国内文献极少,时间跨度也很大,外环境菌群耐药性的研究是在监测人群Lp感染状况和耐药特征存在困难的条件下,通过监测外环境

中 Lp 耐药性, 以评估人群可能存在的感染风险, 为应对 Lp 引起的突发性公共卫生事件提供临床用药参考。

本研究在山东省内 16 个城市随机选择沐浴场所, 尚未将每个城市涉及覆盖的场所情况、人口参数进行综合考虑, 因此监测点的代表性存在选择偏倚, 2020 年因疫情原因沐浴场所出现停业、顾客人数下降、用水量减少, 水样采集较少, 2021—2022 年总结前期检测数据, 优化了采样方案, 调整了采样数量, 三年采样数量存在差异, 对山东省整体上沐浴场所 Lp 的检测、分析会产生一定影响。后续拟扩大监测点的覆盖范围, 增强监测结果的代表性, 弥补本调查研究的局限性。

综上所述, 目前山东省淋浴水中的 Lp 作为被使用人及监管部门一定程度忽视的健康危险因素, 可能存在军团菌病的爆发和流行风险。建议相关部门高度重视沐浴场所水质卫生问题, 提高沐浴场所管理人员对淋浴水系统清洗消毒的意识, 建立相应的卫生管理制度, 同时监督部门应加强淋浴水卫生监督管理的力度, 从规范水箱设计、科学选用供水管网材质等硬件设计方面及合理选择清洗季节、加强关键部位清洗消毒、优化消毒管理等软件管理方面入手, 保障公共场所淋浴用水的安全, 切实保护人民群众的身心健康。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Khaledi A, Esmaili SA, Vazini H, et al. Evaluation of the prevalence of *Legionella pneumophila* in Iranian clinical samples: A systematic review and meta-analysis [J]. *Microbial Pathogenesis*, 2019, 129: 93–98.
- [2] Leung YH, Lam CK, Cheung YY, et al. Epidemiology of legionnaires' disease, Hong Kong, China, 2005–2015 [J]. *Emerging Infectious Diseases*, 2020, 26(8): 1695–1702.
- [3] Miyashita N, Higa F, Aoki Y, et al. Distribution of legionella species and serogroups in patients with culture-confirmed legionella pneumonia [J]. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 2020, 26(5): 411–417.
- [4] ECDC. European Centre for Disease Prevention and Control. Legionnaires' disease—annual epidemiological report for 2018 [EB/OL]. [2025-01-26]. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2018>.
- [5] Parte AC. List of prokaryotic names with standing in nomenclature [EB/OL]. [2025-01-18]. <http://www.bacterio.cict.fr>.
- [6] Bédard E, Paranjape K, Lalancette C, et al. *Legionella pneumophila* levels and sequence-type distribution in hospital hot water samples from faucets to connecting pipes [J]. *Water Research*, 2019, 156: 277–286.
- [7] 李亚蒙, 宿振国, 王涛, 等. 嗜肺军团菌的致命武器——效应蛋白[J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(6): 766–768, F0003.
- [8] Li YM, Su ZG, Wang T, et al. The deadly weapon of *Legionella pneumophila*: effector proteins [J]. *Chinese Journal of Health Laboratory Technology*, 2022, 32(6): 766–768, F0003.(In Chinese)
- [9] 陈明春, 刘建忠, 陈志扬. 泉州市健康人群和肺炎患者军团菌抗体水平调查[J]. *中国卫生工程学*, 2020, 19(5): 684–686.
- [10] Chen MC, Liu JZ, Chen ZY. Investigation of legionella antibody levels in healthy population and pneumonia patients in Quanzhou city [J]. *Chinese Journal of Public Health Engineering*, 2020, 19(5): 684–686.(In Chinese)
- [11] 张宝莹, 刘凡, 白雪涛, 等. 公共场所从业人员和综合医院肺炎患者嗜肺军团菌尿抗原和血清抗体检测[J]. *环境与健康杂志*, 2016, 33(3): 213–215.
- [12] Zhang BY, Liu F, Bai XT, et al. Detection of antigen in urine and antibody in serum of *Legionella pneumophila* in employees from public buildings and pneumonia patients from general hospitals[J]. *Journal of Environment and Health*, 2016, 33 (3): 213–215. (In Chinese)
- [13] 孙波, 姚孝元, 潘力军, 等. 《公共场所卫生指标及限值要求》(GB37488-2019)标准解读[J]. *环境卫生学杂志*, 2021, 11(3): 268–274.
- [14] Sun B, Yao XY, Pan LJ, et al. Interpretation of the hygienic indicators and limits for public places (GB 37488-2019)[J]. *Journal of Environmental Hygiene*, 2021, 11(3): 268–274.(In Chinese)
- [15] Gomez-Valero L, Buchrieser C. Intracellular parasitism, the driving force of evolution of *Legionella pneumophila* and the genus *Legionella*[J]. *Genes and Immunity*, 2019, 20(5): 394–402.
- [16] Levin TC, Goldspiel BP, Malik HS. Density-dependent resistance protects *Legionella pneumophila* from its own antimicrobial metabolite, HGA[J]. *eLife*, 2019, 8: e46086.
- [17] 中国卫生监督协会. T/WSJD 26-2022 水中嗜肺军团菌检验方法——酶底物法[S]. 北京: 中国卫生监督协会, 2022.
- [18] Chinese Association of Health Supervision. T/WSJD 26-2022 Method for detection of legionella pneumophila in water—Enzyme-substrate method[S]. Beijing: Chinese Association of Health Supervision, 2022.(In Chinese)
- [19] 王剑青, 金昱, 吴晓明, 等. 马鞍山市 2020 年沐浴场所淋浴水嗜肺军团菌污染状况及影响因素分析[J]. *安徽预防医学杂志*, 2021, 27(4): 266–269.
- [20] Wang JQ, Jin Y, Wu XM, et al. Analysis on the contamination status and influencing factors of *Legionella pneumophila* in shower water of bathing places in Ma'anshan City in 2020 [J]. *Anhui Journal of Preventive Medicine*, 2021, 27(4): 266–269.(In Chinese)
- [21] 万博宇, 张美云, 段杉, 等. 2018—2019 年北京市朝阳区公共场所水环境中嗜肺军团菌污染状况及健康风险分析[J]. *环境卫生学杂志*, 2021, 11(3): 260–264.
- [22] Wan BY, Zhang MY, Duan S, et al. Analysis of the contamination and health risk of legionella pneumophila in the water of public places in chaoyang district of Beijing from 2018 to 2019 [J]. *Journal of Environmental Hygiene*, 2021, 11(3): 260–264.(In Chinese)
- [23] 李娜, 王晓, 付喜梅, 等. 四川省 234 份公共场所洗浴水样军团菌检测结果分析 [J]. *预防医学情报杂志*, 2023, 39(3): 237–241.
- [24] Li N, Wang X, Fu XM, et al. Analysis of legionella detection results of 234 bathing water samples from public places in Sichuan Province [J]. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2023, 39(3): 237–241.(In Chinese)

- [17] 李勤学. 自由生活阿米巴及其胞内菌的相互关系研究[D]. 上海:复旦大学,2005.
Li QX. Li QX study on the relationship between free living amoeba and its intracellular bacteria [D]. Shanghai: Fudan University, 2005. (In Chinese)
- [18] 李达,王永全,张晶波,等. 各种水体嗜肺军团菌污染状况和分布规律研究[J]. 中国卫生检验杂志,2013,23(8):1839-1842.
Li D, Wang YQ, Zhang JB, et al. Study on the contamination status and distributive regulation of legionella pneumophila in different waters [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2013, 23(8): 1839-1842.(In Chinese)
- [19] 严燕,袁梦,杨佩,等. 深圳某区公共场所集中空调嗜肺军团菌污染特征及影响因素研究[J]. 环境与健康杂志,2024,41(4):346-349.
Yan Y, Yuan M, Yang P, et al. Characteristics and influencing factors of Legionella pneumophila contamination in central air conditioning ventilation system of public places in a district of Shenzhen [J]. Journal of Environment and Health, 2024, 41 (4): 346-349.(In Chinese)
- [20] 王利,罗颖,杨晨,等. 2019—2020 年马鞍山市公共场所淋浴用水嗜肺军团菌分子特征研究 [J]. 中华预防医学杂志, 2021,55(12):1399-1403.
Wang L, Luo Y, Yang C, et al. Molecular characteristics of Legionella pneumophila in shower water of public places in Ma'anshan city from 2019 to 2020 [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2021, 55 (12): 1399-1403.(In Chinese)
- [21] Gavaldd L, Garcia-Núñez M, Quero S, et al. Role of hot water temperature and water system use on Legionella control in a tertiary hospital: An 8-year longitudinal study [J]. Water Research, 2019, 149: 460-466.
- [22] 郭宝焱,张丽蓉,姚海燕,等. 漳州市公共场所淋浴水嗜肺军团菌污染状况调查[J]. 热带医学杂志,2019,19(4):502-505.
Guo BX, Zhang LR, Yao HY, et al. Investigation of legionella pneumophila contamination in Bath water of public places in zhangzhou[J]. Journal of Tropical Medicine, 2019, 19(4): 502-505. (In Chinese)
- [23] 黄妙琳,黎志良,潘钊文,等. 江门市公共场所淋浴水中嗜肺军团菌污染分子溯源研究 [J]. 热带医学杂志,2023,23(1):124-127.
Huang ML, Li ZL, Pan ZW, et al. Molecular traceability of Legionella pneumophila contamination in shower water of public places in Jiangmen city [J]. Journal of Tropical Medicine, 2023, 23 (1): 124-127.(In Chinese)
- [24] 姜世源. 军团菌肺炎的抗生素选择及药学监护[J]. 中国处方药,2022,20(5):138-139.
Jiang SY. Antibiotic selection and pharmaceutical monitoring of Legionella pneumonia [J]. Journal of China Prescription Drug, 2022, 20(5): 138-139.(In Chinese)
- [25] 中华医学会呼吸病学分会. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南 (2016 年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志,2016,39(4):253-279.
Respiratory Branch of the Chinese Medical Association. Diagnosis and Treatment Guidelines for Chinese Adult Community Acquired Pneumonia (2016 Edition)[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2016, 39(4): 253-279.(In Chinese)
- [26] 肖士林,贾雪洋,聂旭冬,等. 101 株军团菌耐药谱分析[J]. 疾病监测,2019,34(10):928-931.
Xiao SL, Jia XY, Nie XD, et al. Antibiotic resistance of 101 Legionella strains[J]. Disease Surveillance, 2019, 34(10): 928-931. (In Chinese)

收稿日期:2024-11-18

(上接第 904 页)

- [11] 咪力. 波拉提别克. 甘肃省汉族成人人体成分特征研究[D]. 兰州:西北民族大学,2019.
Mi L. Study on the characteristics of human body composition in Han nationality in gansu province [D]. Lanzhou: Northwest University for Nationalities, 2019.(In Chinese)
- [12] 杨益东,宾晓芸,黄秀峰,等. 百色市汉族中老年人人体成分分析[J]. 右江民族医学院学报,2022,44(4):486-492.
Yang YD, Bin XY, Huang XF, et al. Analysis of body composition in middle-aged and elderly People of Han nationality in Baise [J]. Journal of Youjiang Medical University for Nationalities, 2022, 44(4): 486-492.(In Chinese)
- [13] 于会新,李咏兰,郑连斌,等. 中国少数民族体成分的变化[J]. 人类学学报,2022,41(1):36-50.
Yu HX, Li YL, Zheng LB, et al. Changes of body composition of the ethnic minorities in China [J]. Acta Anthropologica Sinica, 2022, 41 (1): 36-50.(In Chinese)
- [14] 张兴华,宇克莉,李咏兰,等. 18-97 岁中国人的超重与肥胖:来自 2002~2019 年 63449 例人体数据的分析[J]. 中国科学:生命科学,2020,50(6):661-674.
Zhang XH, Yu KL, Li YL, et al. Overweight and obese Chinese adults between the ages of 18 and 97: analysis of anthropometric data derived from 63,449 adults from 2002 to 2019 [J]. Scientia Sinica: Vitae, 2020, 50(6): 661-674.(In Chinese)
- [15] Wijayatunga NN, Dhurandhar EJ. Normal weight obesity and unaddressed cardiometabolic health risk—a narrative review [J]. International Journal of Obesity (2005), 2021, 45(10): 2141-2155.
- [16] 王璐,刘思彤,伍丽,等. 成年人隐性肥胖的分布和影响因素分析[J]. 现代预防医学,2023,50(22):4188-4193,4224.
Wang L, Liu ST, Wu L, et al. Distribution and influencing factors of normal weight obesity among adults[J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(22): 4188-4193, 4224.(In Chinese)
- [17] Jia A, Xu S, Xing Y, et al. Prevalence and cardiometabolic risks of normal weight obesity in Chinese population: A nationwide study[J]. Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases, 2018, 28(10): 1045-1053.
- [18] Ji T, Zhang L, Tang Z, et al. Prevalence of Normal-Weight obesity in Community-Dwelling Chinese older adults: results from the Beijing longitudinal study of aging [J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 2020, 13: 1611-1617.
- [19] Atkins JL, Wannamethee SG. Sarcopenic obesity in ageing: cardiovascular outcomes and mortality[J]. British Journal of Nutrition, 2020, 124(10): 1102-1113.

收稿日期:2024-09-06