

气溶胶个体监测仪在公共场所环境烟草烟雾监测中的应用

张之幸¹, 郑频频², 傅华²

摘要: 了解由吸烟引起空气细颗粒物污染现状对有效控制烟草危害具有重大的意义。本文就气溶胶个体监测仪在公共场所环境烟草烟雾监测中的应用做一综述, 以便了解目前常用环境烟草烟雾监测仪器的特点和适用空气中细颗粒物的测定方法、监测时间、分析方法及数据处理中的问题, 为政府部门制订室内外细颗粒物的卫生标准及测定技术规范提供参考。

关键词: 空气细颗粒物; 个体气溶胶监测仪; 监测; 标准

Application of Personal Aerosol Monitor to Measure Environmental Tobacco Smoke in Public Places
ZHANG Zhi-xing¹, ZHENG Pin-pin², FU Hua² (1.Institute of Health Inspection, Changning Health Bureau, Shanghai 200051, China; 2.School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China) · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: It is important to understand the hazards of smoking through measuring the airborne pollution level. This review summarized the utilization of personal aerosol monitor to measure environmental tobacco smoke in public places. The methods of measurement, monitoring time as well as the techniques in data analysis were also discussed to provide evidence for making health standards and measuring technical regulations regarding indoor and outdoor airborne aerosol in China.

Key Words: fine particulate matter; personal aerosol monitor; monitoring; standards

清洁的空气是人类健康和福祉的基本需求。然而, 空气污染在全球范围内仍然对健康构成了严重威胁。根据世界卫生组织(WHO)对空气污染造成的疾病负担的评价, 每年有超过200万人的过早死亡归因于城市室外和室内空气污染(由固体燃料燃烧引起)。其中一半以上的疾病负担由发展中国家承担^[1]。不论是发展中国家还是发达国家, 空气颗粒物(PM)及其对公众健康影响的证据都是一致的, 即目前城市人群所暴露的颗粒物浓度水平, 会对健康产生有害效应。

PM的理化性质复杂, 一般以其空气动力学直径(aerodynamic diameter, AD)分类。其中空气细颗粒物(fine particulate matter, AD ≤ 2.5 μm, PM_{2.5})对人体健康危害最大^[2]。室内空气中的可吸入颗粒物(PM₁₀)以PM_{2.5}为主^[3], 大气PM_{2.5}浓度每升高达100 μg/m³, 居民死亡发生增加的百分比为12.07%^[4]。细颗粒物主要来源于木材和其它生物质燃料燃烧。而烟草燃烧过程中所释放的颗粒物粒径较小, 主要为粒径小于2 μm的细颗粒物或超细颗粒物^[5-6]。

目前国内外室内空气细颗粒物的现场监测研究, 大多数使用个体气溶胶监测仪(personal aerosol monitor), 即在有吸烟的场所采集室内环境空气中细颗粒物, 通过测算空间来计算细颗粒物浓度, 进而反映环境烟草烟雾污染水平的方法。本文拟重点综述报道个体气溶胶监测仪监测技术及标准在室内细颗粒物监测中的应用。

1 公共场所环境烟草烟雾监测的适用

环境烟草烟雾(ETS), 又称二手烟草烟雾(SHS), 世界卫生组织定义为“从卷烟或其它烟草制品燃烧端散发的烟雾, 且通常与吸烟者散发的烟雾混杂在一起”^[7]。国外报道^[8-9]吸烟时室内颗粒物的浓度90%~95%是由烟草燃烧释放的, 且空气中细颗粒物浓度可作为空气污染物的指标之一, 目前国际上推荐PM_{2.5}监测作为评估公共场所环境烟草烟雾的指标^[10-12]。个体气溶胶监测仪在国内外研究中广泛运用, 且对餐厅等其他公共场所烟草烟雾浓度检测都用室内细颗粒物浓度作为指标^[13-14]。

2 现场监测方法

目前采用现场研究的方法, 国际上尚无统一的“金标准”。我国在空气细颗粒物(PM_{2.5})的监测点设置、样品采集、数据分析方法和评价标准等方面均未予以明确。迄今, 国内通常采用的方法如下。

2.1 监测场所与布点

北京的研究^[15], 室内监测点选择注意避开人流、通风道、通风口, 距离墙壁至少0.5~1.0 m, 并注意避免受明火等直接污染源的影响。室外监测点设在距离监测场所5 m之内, 按GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》^[16]采样的方法, 选择有代表性的采样点, 以室内PM_{2.5}最高浓度的工作地点作为重点采样点(室内, 设在场所中央距离地面高0.67~1.33 m处)进行短时间采样。

上海的研究^[17], 按GB/T 17220—1998《公共场所卫生监测技术规范》^[18]室内采用5点梅花状布点, 并在人群中央取1点, 室内取6个点监测的布点方法, 在营业高峰时段一次性采样监测, 每点每次仪器同时开始测量为1 min, 2份平行样品, 对每

[作者简介] 张之幸(1967—), 男, 硕士, 主管医师; 研究方向: 公共场所卫生监督; E-mail: johnzzx@sohu.com

[作者单位] 1. 上海市长宁区卫生局卫生监督所, 上海 200051; 2. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032

份样品记录编号。并于公共场所室外 10 m 外, 选择 1 个采样点测定 PM_{2.5} 浓度 2 次(平行样品, 作为对照), 采用的是室内、外空气中细颗粒物的浓度差, 以期能正确反映室内 PM_{2.5} 水平。

2.2 监测时间

室内监测前后在室外各监测 10 min; 室内监测 40 min, 并每 15 min 记录 1 次情况, 包括人员数量、吸烟人数、门窗和机械通风装置(空调、排风扇)的开启状态、调查室内空间大小等。

2.3 观测数据

根据具体研究目的, 可选择测量不同指标, 期间测量一次室内、外的温度、湿度和风速。研究前制订方案和观察描述尤为关键, 国外学者研究^[19]中提到的具体观测数据内容有: 场所内平均人数、平均燃着卷烟数(average number of burning cigarettes)和其他观测指标, 如是否有禁止吸烟的标志, 是否有烟灰缸等等, 以便揭示各影响因素的作用。

2.4 注意事项

监测仪用电池必须事先充足电, 以满足该个体气溶胶监测仪连续监测 10 h 以上的需要。每次使用前清洁内置撞击取样器, 每次应按要求对切割器进行擦拭和涂抹硅脂, 每天使用过滤器对个体气溶胶监测仪进行调零。调整仪器数据记录时间间隔为 1 min。国内外“环境烟草烟雾”监测研究采用了不同校准因子, 而选择正确的校准因子(0.32), 则更适用于环境烟草烟雾监测^[20-21]。

3 应用局限和优势

环境烟草烟雾并非 PM_{2.5} 的唯一来源, 还受到诸多因素的影响, 需要考虑其他相关颗粒物来源, 尤其是来源于室外大气中颗粒物的影响, 包括建筑工地、交通工具带动的飘尘和其他有关因素^[22]。因此, 还需要对室外没有吸烟颗粒物浓度的本底进一步检测。不同型号颗粒物监测仪也可能影响监测结果^[23]。国内的刘波等^[24]研究结果显示: 吸烟是公共场所室内 PM_{2.5} 污染水平的主要影响因素。通风状况较好时, 室外 PM_{2.5} 污染对室内 PM_{2.5} 污染水平有一定影响。国外研究也表明^[25]: 室内 PM_{2.5} 水平与通风状况呈负向关系。因此, 现场测定室内温度、湿度、二氧化碳浓度等指标, 对进一步分析室内通风和空气质量情况是必要的。

尽管 PM_{2.5} 浓度的测定特异性较尼古丁低, 但通过比较不同禁烟措施和不同类型场地, 以及同一场所室内外 PM_{2.5} 的浓度差仍可较灵活地反映出室内环境烟草烟雾的污染情况^[26]。PM_{2.5} 作为空气污染指标之一, 可运用于场所禁烟法规实施效果的评估比较, 具有可定量性, 且无烟政策的出台将有利于空气质量的提高, 减少非吸烟人群环境烟草烟雾暴露。2004 年 1 月至 2006 年 3 月, 研究者对 15 个国家的 128 个酒吧进行空气质量中烟草烟雾浓度的检测评估发现, 全面禁止吸烟的酒吧的平均细颗粒物(二手烟雾成分)浓度比允许吸烟的酒吧降低 93%^[27]。在苏格兰^[12], 无烟立法开始实施后, 酒吧中细颗粒物的水平下降了 80% 以上。

4 PM_{2.5} 大气质量标准

美国环境保护总署早在 1997 年 7 月就颁布了 PM_{2.5} 大气质量标准^[28], 并对其进行控制, 24 h 内 PM_{2.5} 的暴露浓度不能

高于 65 μg/m³, 年均值为 15 μg/m³。澳大利亚国家环境保护局在 2005 年颁布 PM_{2.5} 大气质量标准^[29]为: 24 h 推荐值为 25 μg/m³, 年均值为 8 μg/m³; 之后 WHO 于 2006 年制定的大气细颗粒物 24 h 推荐值标准^[30]为: 过渡时期目标 1 为 75 μg/m³, 过渡时期目标 2 为 50 μg/m³, 过渡时期目标 3 为 37.5 μg/m³, 空气质量准则值为 25 μg/m³。但在我国大陆尚未制定相关标准。

综上所述, 遵循中国现有方法和技术对室内、外 PM_{2.5} 水平监测尚难以进行综合比较评估, 有待于统一规范。为此特建议相关部门加紧开展对室内外细颗粒物标准的研究制定, 尽早出台符合国情的室内、外细颗粒物的卫生标准及技术规范, 为防止细颗粒物的空气污染和减少对人群健康的危害提供法规依据, 以便有效开展控烟执法监测和全面实行公共场所禁烟措施。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] World Health Organization. World health report 2002: reducing risks, promoting healthy life[R]. Geneva: WHO, 2002.
- [2] LADEN F, NEAS LM, DOCKERY DW, et al. Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six U.S. cities[J]. Environ Health Perspect, 2000, 108(10): 941-947.
- [3] 林治卿, 裘著革, 杨丹凤, 等. PM_{2.5} 的污染特征及其生物效应研究进展[J]. 解放军预防医学杂志, 2005, 23(2): 150-152.
- [4] 钱孝琳, 阚海东, 宋伟民, 等. 大气细颗粒物污染与居民每日死亡关系的 Meta 分析[J]. 环境与健康杂志, 2005, 22(4): 246-248.
- [5] BECQUEMIN MH, BERTHOLON JF, ATTOUI M, et al. Particle size in the smoke produced by six different types of cigarette[J]. Rev Mal Respir, 2007, 24(7): 845-852.
- [6] KLEPEIS NE, APTE MG, GUNDELLA, et al. Determining size-specific emission factors for environmental tobacco smoke particles[J]. Aerosol Sci Tech, 2003, 37(10): 780-790.
- [7] 世界卫生组织.《烟草控制框架公约》第 8 条的实施准则: 防止接触烟草烟雾[EB/OL]. [2010-12-20]. http://www.who.int/fctc/cop/art%208%20guidelines_chinese.pdf.
- [8] REPACE J. Respirable particles and carcinogens in the air of delaware hospitality venues before and after a smoking ban[J]. J Occup Environ Med, 2004, 46(9): 887-905.
- [9] ALPERT H, CARPENTER C, TRAVERS MJ, et al. Environmental and economic evaluation of the Massachusetts Smoke-Free Workplace Law[J]. J Community Health, 2007, 32(4): 269-281.
- [10] VARDAVAS CI, KONDILIS B, TRAVERS MJ, et al. Environmental tobacco smoke in hospitality venues in Greece[J]. BMC Public Health, 2007, 7: 302.
- [11] HYLAND A, TRAVERS MJ, DRESLER C, et al. A 32-country comparison of tobacco smoke derived particle levels in indoor public places[J]. Tob Control, 2008, 17(3): 159-165.
- [12] SEMPLE S, CREELY KS, NAJI A, et al. Secondhand smoke levels in Scottish pubs: the effect of smoke-free legislation[J]. Tob Control, 2007, 16(2): 127-132.
- [13] LIU RL, YANG Y, TRAVERS MJ, et al. A cross-sectional study on levels of second-hand smoke in restaurants and bars in five cities in

(下转第 51 页)

素,认为年轻女性性工作者易感 HIV 是因为其和嫖客交流的技巧不够成熟导致非保护性行为高,在其性行为中生殖器损伤较多,宫颈糜烂面积大等导致其感染 HIV^[4]。因此,对年龄较小的 FEWs,要重视她们的生殖健康,在艾滋病、性病宣传教育和行为干预方面,除了宣传预防艾滋病性病基本知识外,还需重点提高其与嫖客商谈使用安全套技巧,从而达到提高使用安全套的目的。

本研究结果显示,已婚者每次性交都用安全套的使用率较单身者低,安全套使用知识得分高和安全套使用自我效能得分高是促进每次性交都用安全套的因素,事实上她们的商业性服务不是单纯为固定对象服务也为非固定对象服务,若后者有艾滋病性病可以通过她们传播到其固定性伴,这种意识在她们脑海中很淡薄。这种在不同性伴之间安全套使用频率的不平衡,可能会为性病艾滋病的传播埋下隐患^[5]。因此,对有固定性伴的 FEWs 应倡导和强调在固定性伴中也要使用安全套,并定期接受 VCT 服务,促进 FEWs 保护性安全行为的形成。

FEWs 人群作为 HIV 感染的高危人群,同时也是桥梁人群,处于感染艾滋病性病的高度危险中,对进一步传播艾滋病性病起着非常重要的作用,目前我国大陆对此类人群也进行宣传干预工作,但由于各个地方专业技术人员配置、无针对性的培训及 FEWs 人群大的流动性等原因,干预工作收效甚微,如何借鉴国外先进理论和经验,从 FEWs 生活特征、危险行为入手,提高 FEWs 使用安全套技巧,培养其良好的健康性行为,是专

业人员今后努力的方向。

(志谢:本研究得到加拿大全球创新性健康研究项目资助,编号为 IDRC Grant#103460-045,衷心感谢中加项目所有研究人员及参与者。)

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国卫生部. 2009 年艾滋病疫情评估报告[EB/OL]. [2011-08-11]. <http://www.scio.gov.cn>.
- [2] 周晓林,晏渠如,刘德安,等. 深圳市部分娱乐场所服务小姐艾滋病知行信调查[J]. 上海预防医学杂志, 2007, 19(1): 13-14.
- [3] 田秀红,何纳,张铁军,等. 社区公共娱乐场所艾滋病高危人群安全套使用推广效果及影响因素研究[J]. 中国健康教育, 2007, 23(10): 744-746.
- [4] LIMPAKARNJANARAT K, MASTRO TD, SAISORN S, et al. HIV-1 and other sexually transmitted infections in a cohort of female sex workers in Chiang Rai, Thailand[J]. Sex Transm Infect, 1999, 75(1): 30-35.
- [5] 沈磁石,王天理. 深圳市娱乐场所服务小姐性病艾滋病相关知识态度与行为调查分析[J]. 中国初级卫生保健, 2009, 23(6): 87-88.
- (收稿日期: 2011-08-17)
- (英文编审: 黄建权; 编辑: 郭薇薇; 校对: 葛宏妍)
- (上接第 47 页)
- China[J]. Tob Control, 2010, 19(2): 124-129.
- [14] STILLMAN F, NAVAS-ACIEN A, MA J, et al. Second-hand tobacco smoke in public places in urban and rural China[J]. Tob Control, 2007, 16(4): 229-234.
- [15] 苏领彦,郭新彪,王明良,等. 北京市某区餐厅室内空气细颗粒物浓度水平现况研究[J]. 中国预防医学杂志, 2010, 11(10): 983-987.
- [16] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2004.
- [17] 张之幸,郑频频,沈隽,等. 非禁烟公共场所环境烟草烟雾浓度调查[J]. 环境与职业医学, 2009, 26(5): 451-453.
- [18] 国家技术监督局. GB/T 17220—1998 公共场所卫生监测技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [19] AVILA-TANG E, TRAVERS MJ, NAVAS-ACIEN A. Promoting smoke-free environments in Latin America: a comparison of methods to assess secondhand smoke exposure[J]. Salud Publica Mex, 2010, 52(2): 138-148.
- [20] TRAVERS M, HIGBEE C, HYLAND A. Vancouver Island outdoor tobacco smoke air monitoring study 2007[EB/OL]. [2010-12-20]. <http://www.tobaccofreeair.org/documents/VancouverIslandOSARreport4-10-07.pdf>.
- [21] KLEPEIS NE, OTT WR, SWITZER P. Real-time measurement of outdoor tobacco smoke particles[J]. J Air Waste Manag Assoc, 2007, 57(5): 522-534.
- [22] 康纪明,姜垣. 被动吸烟暴露评价的常用方法[J]. 卫生研究, 2007, 36(6): 781-784.
- [23] 邓芙蓉,王欣,吴少伟,等. 三种不同型号颗粒物监测仪监测结果比较研究[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(6): 504-506.
- [24] 刘波,邓芙蓉,郭新彪,等. 对四种类型公共场所室内细颗粒物水平影响因素的研究[J]. 中华预防医学杂志, 2009, 43(8): 664-668.
- [25] LEE J, LIM S, LEE K, et al. Secondhand smoke exposures in indoor public places in seven Asian countries[J]. J Int J Hyg Environ Health, 2010, 213(5): 348-351.
- [26] 王欣,郭新彪. 国内公共场所室内环境烟草烟雾污染现状的研究进展[J]. 中国预防医学杂志, 2010, 11(9): 965-968.
- [27] CONNOLLY GN, CARPENTER CM, TRAVERS MJ. How smoke-free laws improve air quality: a global study of Irish pubs[J]. Nicotine Tob Res, 2009, 11(6): 600-605.
- [28] US. EPA. Office of air and radiation office of air quality planning and standards fact sheet. EPA's recommended final ozone and particulate matters standards[EB/OL]. [2010-12-20]. http://www.epa.gov/ttnnaqs/standards/pm/s_pm_pr.htm.
- [29] Australian Department of Environment, Water, Heritage and the Arts. National standards for criteria air pollutants in Australia. Air quality fact sheet[EB/OL]. [2010-12-20]. <http://www.environment.gov.au/atmosphere/airquality/publications/standards.html>.
- [30] World Health Organization. WHO air quality guidelines. Global update 2005[EB/OL]. [2010-12-20]. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/en/index.html.
- (收稿日期: 2010-12-22)
- (英文编审: 黄建权; 编辑: 郭薇薇; 校对: 徐新春)