· 检验技术 ·

$PM_{2.5}$ 浓度重量法与光散射法测定结果比较分析

章燕[1],冯智田[1],秦红梅[1],刘金东[1],耿治平[1],范伟忠[1],丁恩娟[1],刘郁[2],冯华田[3]

关键词:重量法;光散射法;$PM_{2.5}$
中图分类号:R 122.1　**文献标志码**:A　**文章编号**:1001-0580(2014)06-0840-03　DOI:10.11847/zgggws2014-30-06-53

大气颗粒物是影响人体健康、大气能见度以及地球辐射平衡的重要污染物,其中细颗粒物 $PM_{2.5}$ 对人体健康的影响远大于粗颗粒。现代社会中人们 80% 以上时间在室内度过,室内空气 $PM_{2.5}$ 的污染日益引起关注[1-4]。中国对室内细颗粒物 $PM_{2.5}$ 的相关研究尚处初级阶段,暂未制定室内 $PM_{2.5}$ 的相关限值标准及检测技术标准,现有 $PM_{2.5}$ 监测大多采用传统重量法,该法虽然准确度高,但费时费力,在一定程度上限制了室内空气 $PM_{2.5}$ 的监测。随着空气监测指标 $PM_{2.5}$ 纳入新国标体系[5],室内空气 $PM_{2.5}$ 的相关研究也在逐步开展。近年来发展迅速的光散射法不仅方便快捷且可自动连续监测,但其准确度影响因素较复杂,因此,研究重量法与光散射法之间的关系很有必要。本研究于 2012 年 11 月 9 日—2013 年 1 月 25 日采用 2 种方法分别对沈阳市 80 家公共场所室内空气 $PM_{2.5}$ 浓度进行监测,同时监测了实验室室内空气 $PM_{2.5}$ 浓度。通过比对测定结果,观察两种方法之间是否存在等价关系,以期为建立室内空气 $PM_{2.5}$ 方便快捷的自动监测提供参考。

1　材料与方法

1.1　*研究对象*　随机选取沈阳市 80 家公共场所室内空气进行采样分析,其中三星级以上宾馆 20 家,三星级以下宾馆 30 家,≥1 000 m^2 就餐场所 30 家。选择辽宁省卫生厅卫生监督局快速检测实验室室内空气作为室内样本。

1.2　*主要仪器*　$PM_{2.5}$ 监测仪为美国 SKC 公司的 DPS(deployable particulate sampler system)采样系统及 TSI 公司的激光粉尘仪(TSI-8532),温度、湿度及大气压监测采用空气质量分析仪(美国 TSI 公司的 TSI-9565)。

1.3　*方法*

1.3.1　*监测方法*　$PM_{2.5}$ 监测重量法参照标准 HJ618-2011[6],采样时间为 24 h,采样后通过滤膜称重确定 $PM_{2.5}$ 质量浓度,日均浓度为 24 h 时间加权平均浓度。光散射法参照标准 WS/T206-2001[7],连续监测 24 h,监测时间间隔为 5 min,日均浓度为 24 h 时间加权平均浓度。温度、湿度及大气压的监测采用直读仪器法。重量法采样设备为美国 SKC 公司的 DPS 颗粒物采样系统,采样滤膜为石英滤膜,采样流量 10.0 L/min。光散射法采样设备为美国 TSI 公司的激光粉尘仪(TSI-8532),采样流量 3 L/min,该仪器可以实时连续自动给出监测结果。

1.3.2　*对比测试*　公共场所室内对比试验选取沈阳市宾馆客房和就餐场所作为监测点,监测点周边主要为住宅和商业区,是典型的城区监测点。采样时,在相同监测点同时进行重量法和光散射法的样品采集。12 个采样周,每周连续监测 2 d,包括 1 d 工作日,1 d 休息日(周五和周六),每次样品采集时间为前一天上午 9 点至当天上午 9 点,采样时间误差 < ±0.5h。实验室内比对测试于 2012 年 11 月 19 日、20 日在环境条件相对稳定的实验室内进行,10 套仪器编号为 1~10(DPS 采样系统、TSI-8532、TSI-9565)。

1.4　*统计分析*　采用 SPSS 16.0、Excel 2007 软件对数据进行统计分析,显著性分析采用 *t* 检验,相关性分析采用回归分析法。

2　结　果

2.1　*2 种方法检测 $PM_{2.5}$ 浓度情况(表 1)*　重量法检测客房 $PM_{2.5}$ 浓度为 22.5~162.6 μg/m^3,均值 75.8 μg/m^3,光散射法检测 $PM_{2.5}$ 浓度为 59.5~467.3 μg/m^3,均值为 211.8 μg/m^3。重量法测得餐厅 $PM_{2.5}$ 浓度为 30.5~208.2 μg/m^3,均值为 105.9 μg/m^3,光散射法结果为 96.3~544.9 μg/m^3,均值为 283.2 μg/m^3。可见光散射法测得结果均高于重量法。

2.2　*2 种方法现场测定结果对比*　12 个采样周,2 种方法所测结果变化趋势一致,均呈现出锯齿状递增的特点,表明 2 种方法测定 $PM_{2.5}$ 的一致性。通过

作者单位:1. 辽宁省卫生厅卫生监督局,沈阳 110005;2. 沈阳市卫生监督所;3. 沈阳市皇姑区疾病预防控制中心
作者简介:章燕(1986-),女,江西南昌人,技师,硕士,主要从事环境卫生监督工作。
通讯作者:冯智田,E-mail:fengzhitian508@sohu.com
数字出版日期:2014-4-10 13:59
数字出版网址:http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20140410.1359.027.html

中国公共卫生 CPH

设定一个新常数 k 以建立 2 种方法测定结果之间的关系（k = 重量法/光散射法）。其中，客房 k_1 为 0.31 ~ 0.43，均值 0.36；餐厅 k_2 也为 0.31 ~ 0.43，均值 0.37。独立样本 *t* 检验表明，k_1 和 k_2 这 2 组数值之间差异无统计学意义（$P = 0.74$，$F = 0.113$），另外，将 k_1、k_2 这 2 组数据分别与 0.37（2 组 k 值的均值）进行 *t* 检验分析，结果显示 k_1、k_2 与 0.37 之间差异无统计学意义（$P_1 = 0.18$，$P_2 = 0.87$），即可认为在沈阳冬季进行的 $PM_{2.5}$ 监测中，重量法与光散射法之间存在一个稳定的比值 $k_A = 0.37$。

表 1　2 种方法测得 2 类场所室内 $PM_{2.5}$ 浓度情况

时间/周	客房/μg/m³			餐厅/μg/m³		
	重量法	光散射法	比值/k_1	重量法	光散射法	比值/k_2
1	65.1	188.0	0.35	80.3	231.5	0.35
2	38.3	123.0	0.31	30.5	97.00	0.31
3	72.6	189.2	0.38	117.8	316.8	0.37
4	33.6	100.9	0.33	37.2	96.3	0.39
5	49.5	136.1	0.36	63.5	149.4	0.43
6	67.4	206.9	0.33	97.5	270.4	0.36
7	22.5	59.5	0.38	50.9	137.6	0.37
8	90.0	256.8	0.35	142.9	386.2	0.37
9	83.3	229.5	0.36	102.9	299.8	0.34
10	128.5	361.6	0.36	173.8	484.2	0.36
11	162.6	467.3	0.35	208.2	544.9	0.38
12	96.0	222.2	0.43	165.7	384.3	0.43
均值	75.8	211.8	0.36	105.9	283.2	0.37

注：$PM_{2.5}$ 浓度为对应场所每个取样周的均值，时间 1 ~ 12 周分别代表取样日期 2012 - 11 - 9、2012 - 11 - 16 直至 2013 - 1 - 25 的 12 个取样周。

2.3　2 种方法实验室测定结果对比（表 2）　通过对比实验，得到实验室室内重量法与光散射法比值 $k_B = 0.39$。公共场所现场对比结果（$k_A = 0.37$）与实验室室内结果（$k_B = 0.39$）较为吻合，进一步验证了 2 种方法之间的等价关系。

表 2　2 种方法的实验室对比测试结果

仪器编号	第 1 天/μg/m³			第 2 天/μg/m³		
	重量法	光散射法	比值/k_a	重量法	光散射法	比值/k_b
1	51.8	134.2	0.39	113.4	289.0	0.39
2	51.8	132.1	0.39	113.4	283.0	0.40
3	51.8	136.8	0.38	113.4	289.0	0.39
4	51.8	139.1	0.37	110.8	287.0	0.39
5	51.8	133.6	0.39	110.8	299.0	0.37
6	52.2	131.6	0.40	110.8	289.0	0.38
7	52.2	134.2	0.39	110.8	280.0	0.40
8	54.4	138.4	0.39	110.2	286.0	0.39
9	51.8	135.6	0.38	118.2	298.0	0.40
10	51.8	136.8	0.38	118.2	294.6	0.40
均值	52.1	135.2	0.39	113.0	289.5	0.39

2.4　重量法与光散射法之间的关系　取公共场所现场与实验室室内对比结果的均值，得到重量法与光散射法之间的换算常数 $K = 0.38$。将光散射法测得结果统一乘以常数 $K = 0.38$，作出 2 种方法测定结果的线性回归方程（$y = 1.00x + 2.90$），结果表明这两种方法具有较好的相关性（$R^2 = 0.98$），说明方便快捷的光散射法可代替繁琐的重量法。

3　讨　论

$PM_{2.5}$ 空气监测指标已纳入新国标体系，公共场所室内 $PM_{2.5}$ 污染也越来越受关注，建立方便快捷的监测技术是必然趋势。由于众多仪器及监测方法在不同地区、不同环境下的监测结果可能存在差异，不同方法的对比试验显得尤为重要。本研究结果表

中国公共卫生 CPH

明光散射法测定结果高于重量法，其原因可能是光散射法采用的激光粉尘仪本身默认的校正因子为 1.00 所致。激光粉尘仪厂家按照 ISO 12103 - A1 标准测试粉尘对可吸入的部分粉尘进行校正，其校正因子出厂设定为 1.00，而现场监测时的颗粒物类型与 ISO 标准测试粉尘有所不同，因此实际校正因子应根据测试对象不同重新调整。分析表明两种方法之间存在稳定的换算关系 $K = 0.38$，它可作为沈阳市公共场所室内 $PM_{2.5}$ 自动监测的参考值。如果进一步考虑季节、地区等因素对 K 的影响，所得 K 值将更具有代表性。届时，对于公共场所室内 $PM_{2.5}$ 浓度的监测，将可以采用方便快捷的光散射法代替繁琐的重量法。

志谢　感谢沈阳市卫生监督所公共场所卫生监督科的同仁在本研究监测点选择过程中给予的大力支持与配合，感谢北京市宝云兴业科贸有限公司对本研究提供的设备和技术支持。

参考文献

[1] 刘阳生，沈兴兴，毛小岑，等. 北京市冬季公共场所室内空气中 TSP，PM_{10}，$PM_{2.5}$ 和 PM_1 污染研究[J]. 环境科学学报，2004，24(2)：190 - 196.

[2] 崔国权，康真，吕嵩，等. 哈尔滨市 $PM_{2.5}$ 污染水平对人群呼吸系统疾病影响[J]. 中国公共卫生，2013，29(7)：1046 - 1048.

[3] 黄虹，李顺诚，曹军骥，等. 广州市夏、冬季室内外 $PM_{2.5}$ 质量浓度的特征[J]. 环境污染与防治，2006，28(12)：954 - 958.

[4] 章燕，冯智田，秦红梅，等. 沈阳市公共场所室内外 $PM_{2.5}$ 浓度监测结果比较[J]. 中国公共卫生，2014，30(2)：173 - 174.

[5] 中华人民共和国环境保护部. 中华人民共和国国家环境保护标准 GB 3095 - 2012，环境空气质量标准[S]. 北京：中国环境科学出版社，2012.

[6] 中华人民共和国环境保护部. 中华人民共和国国家环境保护标准 HJ618 - 2011，环境空气 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的测定—重量法[S]. 北京：中国环境科学出版社，2011.

[7] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生行业标准 WS/T206 - 2001，公共场所空气中可吸入颗粒物(PM_{10})测定方法光散射法[S]. 北京：中国标准出版社，2001.

收稿日期：2013 - 05 - 30　　（韩仰欢编校）

中国公共卫生 CPH

· 调查报告与分析 ·

杭州地区食管癌发病危险因素分析

刘海燕，陈军贤，赵秋枫，钟燕敏，罗灵和

摘　要：目的　探究浙江省杭州地区食管癌发生的危险因素，为进一步开展食管癌防治工作提供依据。**方法**　选择浙江省立同德医院诊断的 132 例食管癌为病例来源。同时按照 1∶2 匹配的原则，选取与病例同一社区、同性别、同民族、无血缘关系、年龄相差≤5 岁的身体健康人群 264 例为对照；对 2 组患者进行包括一般情况、吸烟饮酒状况、饮食习惯、临床表现等内容的问卷调查。**结果**　杭州地区食管癌发病的危险因素有文化程度为小学及以下、吸烟($OR = 1.611$)、饮酒($OR = 1.812$)、低收入水平($OR = 1.591$)、喜食烫食($OR = 1.947$)、腌制食物($OR = 1.875$)、油炸制品($OR = 1.585$)、常饮生水($OR = 2.140$)、饮食不规律($OR = 2.197$)、性格内向($OR = 1.579$)、胃病史($OR = 2.435$)、家族史($OR = 8.625$)，而喜食水果及蔬菜则是保护因素。**结论**　长期或大量吸烟、饮酒、喜食油炸食物及腌制食物等不健康饮食习惯等会增加食管癌的发病危险。

关键词：食管癌；危险因素；病例对照研究

中图分类号：R 735.1　**文献标志码**：A　**文章编号**：1001-0580(2014)06-0842-03　DOI：10.11847/zgggws2014-30-06-54

Risk factors of esophageal cancer in Hangzhou：a case-control study

LIU Hai-yan, CHEN Jun-xian, ZHAO Qiu-feng, et al(*Department of Gstroenterology, Zhejiang Provincial Tongde Hospital, Hangzhou, Zhejiang Province* 310012, China)

Abstract：Objective　To explore the risk factors of esophageal cancer in Hangzhou area and to provide evidences for esophageal cancer prevention. **Methods**　A population based 1∶2 matched case-control study was conducted in Hangzhou. A total of 132 esophageal cancer patients and 264 age-, gender-, nation-, and living area-matched controls were investigated with a questionnaire survey. **Results**　The results of multivariate logistic regression demonstrated that with primary school education or lower, smoking, alcohol consumption, low income, with eating preference of hot, pickled or fried food, drinking unboiled water frequently, eating disorders, introverted, with stomach disease history, and family esophageal cancer history were risk factors of esophageal cancer, whereas eating fruits and vegetables frequently was a protective factors. **Conclusion**　Heavy smoking, alcohol drinking, and unhealthy eating habits can increase the risk of esophageal cancer.

作者单位：浙江省立同德医院消化内科，杭州 310012

作者简介：刘海燕(1977)，女，浙江文成人，主治医师，硕士，主要研究方向：胃癌前病变、消化道肿瘤、炎症性肠病等。

数字出版日期：2014 - 4 - 10 13：57

数字出版网址：http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20140410.1357.015.html