3　加强放射工作人员健康监护管理

按照《放射工作人员职业健康管理办法》[7] 的相关要求，将从事 ^{125}I 粒子源植入治疗的工作人员纳入放射工作人员管理，制定职业健康检查、个人剂量监测和放射卫生防护法规知识培训计划，并按计划逐项落实，同时建立放射工作人员的相关档案。

参考文献

[1] 霍小东，郑广钧，柴树德，等. CT 引导下 ^{125}I 放射性粒子植入治疗Ⅲ期非小细胞肺癌疗效分析[J]. 中华放射医学与防护杂志，2013，32(2)：199－203.

[2] 姜伟娟，王俊杰，田素青，等. ^{125}I 粒子植入联合内分泌治疗前列腺癌疗效观察[J]. 中华放射医学与防护杂志，2012，32(5)：502－504.

[3] 中华人民共和国卫生部令，第 46 号《放射诊疗管理规定》[S]. 北京：卫生部，2006，3.

[4] 中华人民共和国卫生部，GBZ178－2006 低能 γ 射线粒子源植入治疗的放射防护与质量控制检测规范[S]. 北京：中国标准出版社，2006.

[5] 胡东风，孙来乾.《放射性同位素与射线装置放射防护条例》部分条款探讨[J]. 中国公共卫生，2000，16(4)379－380.

[6] 中华人民共和国卫生部 GBZ120－2006 临床核医学放射卫生防护标准[S]. 北京：中国标准出版社，2006.

[7] 中华人民共和国卫生部第 55 号《放射工作人员职业健康管理办法》[S]. 北京：卫生部，2007，11.

收稿日期：2014－03－06　（刘铁编辑　韩仰欢校对）

· 检验技术 ·

室内环境空气中尼古丁含量测定

平小红[1]，王凤娇[2]，裴玉梅[3]，韩晓鸥[1]

关键词：尼古丁；空气；被动采样；间接荧光法
中图分类号：R 122.1　**文献标志码**：A　**文章编号**：1001-0580(2014)06-0833-02　DOI：10.11847/zgggws2014-30-06-50

中国是世界上最大的烟草生产和消费大国。调查显示，孕妇，儿童等非吸烟者环境烟草烟气(ETS)暴露现象仍普遍存在[1－3]，保护非吸烟者免受二手烟的危害已迫在眉睫。2006 年 1 月《烟草控制框架公约》在中国正式生效后，大量的控烟工作陆续展开。二手烟暴露状况虽有所改善，但是距离《烟草控制框架公约》规定的所有室内工作场所和室内公共场所都应无烟仍有很大距离，其中缺乏环境空气中烟草烟气的采样与检测方法是一个重要原因[4－5]现将结果报告如下。因此，本研究使用被动式采样器采集室内环境空气中的尼古丁，并采用荧光光谱法对其进行检测。现将结果报告如下。

1　材料与方法

1.1　仪器　FS－2500 荧光光度计(日本 Hatachi 公司)，KQ－50B 型超声仪(昆山市超声仪器有限公司)，QL－901 漩涡混合器(其林贝尔仪器制造有限公司)，Turbo Vap® LV 自动样品浓缩仪(美国 Caliper LifeSciences 公司)。

1.2　试剂　尼古丁标准品(Express Technology Co. ltd)；pH6.0 的 Na_2HPO_4－KH_2PO_4 缓冲溶液；1% 硫酸氢钠溶液；1.5 mol/L 氢氧化钠溶液；二氯甲烷；罗丹明 6G；荧光素钠；罗丹明 B；被动式采样器；玻璃纤维滤膜。

1.3　样品采集　(1)将玻璃纤维滤膜于电阻炉中 500 ℃烘烤 2 min，将烘烤后的玻璃纤维滤膜浸渍在 1% $NaHSO_4$ 溶液中，0.5 min 后取出将其置于电热恒温干燥箱中 30 ℃烘烤至干，安置于被动式采样器中。(2)将采样器悬挂在选定的采样地点，悬挂高度距地面 1.5～2 m 处，距离最近的门窗、通风系统及吸烟(或潜在吸烟)者至少大于 1 m，距天花板、墙壁大于 0.5 m 处，采样 7 d。

1.4　实验方法

1.4.1　样品处理　将采样后的玻璃纤维滤膜置于 10 mL 比色管中，向其中加入 4.0 mL 浓度为 1.5 mol/L的 NaOH 溶液超声提取 20 min，再向比色管中加入 2.0 mL 二氯甲烷，漩涡振荡 2 min 后，静置分层，弃去水相，有机相浓缩至干。

1.4.2　测定　向样品管中依次加入 1 mL pH6.0 的 Na_2HPO_4－KH_2PO_4 缓冲溶液，0.9 mL 1×10^{-4} mol/L 的荧光素钠溶液，并用水稀释至刻度，摇匀，室温放置 10 min，在荧光分光光度计上 λ_{ex} = 486 nm，λ_{em} = 513 nm 处测定其荧光强度 I，和试剂空白荧光强度 I_0，计算 ΔI。

1.5　统计分析　采用 Excel 2003 进行线性拟合，以尼古丁浓度为横坐标，相对应的 ΔI 为纵坐标，绘制

作者单位：1. 辽宁省疾病预防控制中心理化检测所，沈阳 110005；2. 辽宁省产品质量监督检验院；3. 太原理工大学
作者简介：平小红(1978－)，女，辽宁沈阳人，中级技师，硕士，主要从事理化检测工作。
数字出版日期：2014－4－10 13:56
数字出版网址：http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20140410.1356.008.html

标准曲线,计算线性回归方程。根据样品的 ΔI 值,由回归方程计算样品中尼古丁的含量。

2 结　果

2.1　荧光试剂及测定波长的选择　采用示差间接荧光法测定尼古丁的含量,对于不同的荧光试剂,尼古丁与其作用后的 ΔI 值有所不同,在相同的仪器条件下对 3 种荧光试剂对罗丹明 B、荧光素钠、罗丹明 6G 中加入尼古丁后的情况进行考察,同时做试剂空白。结果表明,荧光素钠与尼古丁聚合后,荧光强度明显增大,而另外两种荧光试剂在加入尼古丁后,荧光强度增加不大。因此选择荧光素钠作为荧光试剂,测定波长选择其最大发射波长处 513 nm。

2.2　荧光素钠浓度的选择　结果表明,当荧光素钠加入体积小于 0.9 mL 时,随着加入体积的增大,ΔI 也增大,当体积大于 0.9 mL 时,ΔI 值随体积增大而减小,且测定过程中发现发射波长发生了红移。这可能是由于加入荧光素钠的体积增大时,比色管中其浓度增大,在溶液中出现了荧光素钠二聚体或多聚体,发生了自猝灭现象,尼古丁与其作用减弱所致,故本实验选择加入 0.9 mL 1×10^{-4} mol/L 荧光素钠。

2.3　酸度的选择　荧光素钠在不同的酸度条件下存在形式不同,故尼古丁与其缔合反应也会有所不同,即 pH 将最终影响 ΔI 值。实验考查了 pH 值在 4.5 ~ 7.6 范围内,ΔI 的变化情况。结果表明,ΔI 随 pH 先增大,后减小,pH 为 6 时 ΔI 最大,故本实验选择 pH = 6.0。

2.4　标准曲线及检出限　分别吸取 0.200, 0.500, 1.00, 2.00, 5.00, 10.0 mg/mL 尼古丁标准溶液各 10.0 μL 于 10 mL 比色管中,浓缩至干。在选定的最佳条件下,按照样品测定方法测定,以 ΔI 对尼古丁浓度绘制标准曲线,其线性回归方程为 $y = 21.849x + 4.467\ 5$,线性相关系数 0.999 3,线性范围 0.2 ~ 10 μg/mL。按 3S/K 计算,当采样体积按照 323L 计算时,最低检出浓度为 1.0 μg/m^3。

2.5　精密度和回收率实验(表 1)　分别吸取 0.500, 2.00, 10.0 mg/mL 尼古丁标准溶液各 10.0 μL,分别平行点样 6 个于玻璃纤维滤膜上,同时做空白实验,按照样品前处理过程处理并测定。

表 1　方法精密度及回收率测定结果($n = 6$)

序号	萃取液理论浓度(μg/mL)	测定结果平均值(μg/mL)	回收率(%)	*RSD*(%)
1	0.500	0.458	87.4 ~ 97.2	4.3
2	2.00	1.90	91.0 ~ 102.0	4.5
3	10.0	9.52	91.4 ~ 105.0	5.5

据标准曲线计算 ΔI 对应的实际测得值,并计算其相对标准偏差(RSD)及回收率。

2.6　样品分析　按上述方法对 10 个单位(3 家餐馆,3 家医院,4 家学校)进行监测,采集 30 份空气样品(每个单位设置 3 处采样点),结果显示,其中一家餐馆的 2 份样品以及另外一家餐馆、一家医院和学校的各 1 份样品检测出尼古丁,检出浓度为 3.2 ~ 4.8 μg/m^3(采样体积按照 323L 计算)。

3 讨　论

尼古丁是 ETS 的特异性标志物,通过测定其含量来判断 ETS 对室内环境的污染情况。本研究采用被动式采样器对尼古丁进行采集,与传统动力式采样器不同[6],被动式采样器体积小,轻便,可放在待测场所连续采样。也可以佩戴在居民的上衣口袋处,跟踪居民活动,用作个体接触量评价的监测,另外它操作简便,不用特别维护,安全可靠,为居民乐意接受,因此被动式采样器对于目前普遍关注的室内空气污染和个体接触量的评价监测无疑是最适用的[7]。本实验考查了反应温度和时间对反应的影响,温度在 0 ~ 45 ℃时,反应时间在 10 ~ 30 min 范围内,温度及时间对 ΔI 值基本无影响。此外实验探讨了缓冲溶液对缔合反应的影响,选择 $(CH_2)_6N_4$ - HCl(pKa5.15)及 Na_2HPO_4 - KH_2PO_4(pKa7.2)两种缓冲溶液进行比较,结果表明,在不同缓冲体系中,ΔI 基本一致。由于 Na_2HPO_4 - KH_2PO_4 相对常见,故选择 pH6.0 的 Na_2HPO_4 - KH_2PO_4 缓冲溶液控制体系酸度。本研究利用尼古丁的缔合反应,通过对荧光试剂、酸度等条件的选择,建立了间接荧光法测定尼古丁含量的最佳测定条件,与之前文献报道的检测方法[4-5,8]比较,无论是准确性、精密度、灵敏度均具优势。

参考文献

[1] 刘建安,静进,易欢琼,等. 被动吸烟与幼儿血铅水平关系的研究[J]. 中国公共卫生,2000,16(8):719 - 720.

[2] 徐娟,徐育松,聂绍发,等. 妊娠早期被动吸烟与不良妊娠结局的队列研究[J]. 中国公共卫生,2005,27(8):910 - 912.

[3] 牛静萍,丁国武,李嵘. 被动吸烟对儿童免疫功能及生长发育的影响[J]. 中国公共卫生,2003,19(7):854 - 855.

[4] 国占生,赵风利,张彦清,等. 荧光黄荧光法测定香烟中尼古丁的含量[J]. 衡水学院学报,2009,11(1):24 - 26.

[5] 刘志新,谷学林,包力,等. 气相色谱法测定空气中尼古丁的含量[J]. 中国公共卫生,1991,7(5):207 - 209.

[6] 崔九思. 室内环境检测仪器及应用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004:51 - 58.

[7] 吴丹,王跃思. 被动采样法观测研究京津冀区域大气中气态污染物[J]. 环境科学,2010,31(12):2844 - 2850.

[8] 王茜,王颉. 不同萃取条件对分光光度法测定烟草中尼古丁含量的影响[J]. 北方园艺,2009(1):23 - 26.

收稿日期:2013-03-05　　(周欣琳编辑　韩仰欢校对)