

环境空气污染物暴露量的个体监测

K phillips

摘要 本文介绍了某些环境空气污染物个体暴露测定的评价,以及有关在香港、北京和欧洲巴塞罗纳等城市所进行的可吸入性悬浮颗粒(RSP)及环境香烟烟雾(ETS)的测定结果,对其时间平均加权(TWA)进行了讨论,并对各城市间的累积频度贡献(CFD)作了比较。

关键词 可吸入性悬浮颗粒(RSP) 环境香烟烟雾(ETS)

Monitoring Personal Exposures to Environmental Air Pollutants K Phillips, Department of Environmental Air Quality, Covance Laboratories Ltd. (formerly Corning Hazleton Europe), Harrogate, England.

Abstract The fields of environmental epidemiology and analytical chemistry should work more closely together and with careful planning, could result in the two discrete disciplines complementing each other in a most positive way. Some of the methods for sampling air and its subsequent analysis have been described and analytical measurements have been compared with subjective assessments. Some real world exposure values for respirable suspended particles and environmental tobacco smoke in Hong Kong and Beijing have been contrasted with those for Barcelona in Europe. Time weighted average concentrations were discussed and cumulative frequency distributions compared between cities.

Key words Respirable suspended particles (RSP) Environmental tobacco smoke (ETS)

大多数流行病学研究是基于流行病学家的观察结果,而在对暴露组进行比较时,常缺乏准确测量数据。这样所得到的信息往往会有偏差,这是导致错误的最重要来源。

当用问卷法收集资料时,被检者能否凭记忆准确地回答问题值得怀疑,就象在使用没有经过严格校正的测量仪器一样,结果也不完全可信。由此而引入的错误不可能用常规的数据分析方法加以排除,所造成的误差也是非常严重的。因此在进行流行病学研究设计时,对这些依赖于问卷的数据和暴露剂量测定的内在缺陷必须给予慎重的考虑。此外考虑到流行病学研究往往需要收集数年的资料,因此在研究期限内测定暴露情况也是非常重要的。但目前对有关暴露量估计这一相当重要的问题,可供参考的资料非常之少。技术的改进使化学家可以对环境污染物进行

微量测定,并且可使我们能测定存在于食物、水、空气以及人体组织中的某些化合物。

监测对象与方法

采用个体监测仪及固定点监测仪对空气中的可吸入性微粒(RSP)和被动吸烟烟雾(ETS)进行测定。对于挥发性物质,使一定量的空气(以升为单位)通过能吸附该物质的固体材料,在分析前再进行解吸。对非挥发性物质则将微粒过滤,然后在分析前再将之抽提。个人取样器能有效地收集空气样本,它使空气通过取样装置,如树脂管,滤膜或者冲击管,并可调节气流速度。高分子量的非挥发性化学物如粉尘、元素炭等,也可用同样的方法进行采样。PM₁₀取样器能收集大气中直径 10 微米的微粒,它意味着收集可吸入性微粒(RSP),因而更具有重要意义。

在过去的两年,对世界上 12 个重要城市进行了调查,即调查不吸烟家庭主妇,及不吸

烟办公室工作者的 RSP 及 ETS 的暴露情况,每城市平均有 200 名自愿被检者,个人监测 24 小时以上。在调查前,被检者被要求填写生活方式问卷,这包括现在和过去吸烟状况。为了证实被检者确实没有吸烟,在监测之前及之后,都对被检者的唾液进行了尼古丁的代谢物可的宁(cotinine)的测定。

结 果

一、问卷调查的误报率:不同地区被检唾液中可的宁的含量不同,中位数分别为 188ng ml⁻¹(巴塞罗纳)至 329ng ml⁻¹(里斯本),一般来说不吸烟者应低于 10ng ml⁻¹[1]。在本研究中,以 25ng ml⁻¹作为区别阈值,以保证被检者是真正的不吸烟者,并且可能暴露于高浓度的 ETS。在每个城市,尽管进行了询问,自愿被检者还是有误报其不吸烟的情况,表 1 为误报的百分率。

表 1 某些城市不吸烟者误报情况

城 市	误报率	
	(%) [*]	(%) ^{**}
Stockholm, Sweden	2.7	5.3
Barcelona, Spain	11.0	19.6
Turin, Italy	1.6	6.5
Paris, France	1.8	4.7
Bremen, Germany	2.6	2.6
Lisbon, Portugal	17.9	18.3
Basel, Switzerland	9.7	12.2
Prague, Czech Republic	1.7	2.5
Hong Kong, China	5.4	6.3
Kuala Lumpur, Malaysia	3.2	4.0
Sydney, Australia	1.8	2.8
Beijing, China	2.7	2.7

* 本人报告为不吸烟者,但唾液尼古丁超过 25ng ml⁻¹。

** 最初自称是不吸烟者,但在看录像(不吸烟的标准)后认为自己是吸烟者。

将所有城市误报者人数合并,则在 2 575 人中共有 136 人的可的宁水平超过 25ng ml⁻¹。如果将问卷的数据也合并计入,则误报率达到 7%。葡萄牙和西班牙的误报率最高,意大利和捷克的误报率最低。误报率将使对 ETS 与病因联系的危险度评价造成很大的困难。最近 Barry^[2]曾对尼古丁与 ETS 暴露关系进行评论,认为尽管对可的宁的意义还有保留,但它还是最广泛使用的 ETS 暴露标记物。

在进行个人监测时,问卷的使用和流行病学调查一样,对 ETS 的暴露情况,分为“没有”“很低”“低”“中等”“高”和“很高”五个等级。在某些例子中发现问卷调查和个体监测之间有很好的相关。毫无疑问,被询问者没有很好考虑他们曾经接触暴露时间的长短。现以香港为例,表 2 列出被询问者回答他们认为最多接触 ETS 的地点。记分以“0”至“5”分别代表“没有接触”至“最高接触”,被询问者常常因留心程度的不同,而改变他的回答。

表 2 ETS 暴露最多的地点(香港的调查)

地 点	例数(%)	分值
室 外	44	2.08
酒吧/餐厅	26	2.09
工作地点	7	0.72
家 中	12	0.90
旅 行	5	0.95
室内其他地点	1	1.48
从不接触	3	0

从香港以及其他城市的调查中可以看到,被询问者在完成监测之后的暴露评价与 6 个月之前比较要低,结果见表 3。最近的文献综述指出^[2],用问卷的方法来评价 ETS 暴露不是一个准确的方法。

表 3 6 个月以上暴露监测期间个体暴露量的比较

调 查	地 点	例数	很低	低	一般	多	很多	分值
家庭取样	工作以外	184	12%	32%	55%	1%	1%	- 0.53
工作场所取样	工作	117	14%	35%	49%	3%	-	- 0.60

二、RSP 及 ETS 的个人暴露监测:巴塞罗纳是欧洲很现代化的城市,我们用个人监测仪以测定人们的 RSP 及 ETS 的暴露水

平,有关详细的统计分析方法及 24 小时暴露量的计算最近已经发表^[3]。现将巴塞罗纳测定的结果与在香港和北京的结果比较于表

4 及表 5。

表 4 四个城市家庭主妇 ETS 及 RSP 暴露的比较(中位数 $\mu\text{g}/\text{m}^{-3}$)

城 市	RSP		ETS	
	SH	NSH	SH	NSH
巴塞罗那	63	51	11.0	1.0
香 港	46	45	0.12	0.11
北 京	100	69	7.3	0.53
斯德哥尔摩	39	18	17	0.12

SH = 吸烟家庭 NSH = 不吸烟家庭

表 5 四个城市文员 ETS 及 RSP 暴露的比较(中位数 $\mu\text{g}/\text{m}^{-3}$)

城 市	RSP		ETS	
	SW	NSW	SW	NSW
巴塞罗那	94	52	37	2.6
香 港	51	38	5.2	0.51
北 京	128	85	10	0.54
斯德哥尔摩	16	16	1.2	0.42

SW = 工作场所吸烟 NSW = 工作场所不吸烟

斯德哥尔摩是所有城市中暴露水平最低的一个城市。用这种测量方法测得的浓度,可以用呼吸率及时间去计算被吸入的微粒的量。虽然现在还没有一个计算剂量的标准方法,通常呼吸率为 $0.85\text{m}^3\text{h}^{-1}$, 男性平均为 $1.05\text{m}^3\text{h}^{-1}$, 女性为 $0.65\text{m}^3\text{h}^{-1}$ (入睡时间除外), 这适用于办公室工作人员(Holcomb 推荐)^[4]。此外,在办公室的其他时间(每日/每周/每年),也需在完成计算之前加以确定。

三、时间平均加权的计算:时间加权平均(Time weighted average, TWA)的计算,是将所测定浓度(用一个以上的个人监测仪)除以采样时间。这样 TWA 浓度就可以用累积频度代表。RSP 中位数的平均加权(图略)。可以看到北京的 TWA 浓度大约为 $100\mu\text{g}/\text{m}^{-3}$ 是斯德哥尔摩的 5 倍($<20\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

ETS 微粒浓度(以 ETS 微粒中的荧光性

物质 FPM 为代表,图略)的 TWA 分布,同样可以看到北京比斯德哥尔摩高 10 倍。然而当用测定茄尼醇(Solanesol, 一种 ETS 的特异性标志物)来代替 FPM 时,则出现不同的结果(图略)。此时可见到巴塞罗那和北京的分布非常相似,香港和斯德哥尔摩则在较低的水平。可见测定空气中低浓度污染物时,方法的选择对提供有意义的信息是极为重要的。

讨 论

从以上研究可见流行病学研究必须改进,应该包括用化学分析方法提供准确的暴露量的资料。暴露量的测定可以用个人监测仪,了解污染物浓度的各种变化,应该仔细地考虑样品的收集,资料的统计分析及计算。采样必须准确并且有代表性,问卷所得的资料往往都会有某种程度的偏差和错误。因此必须进行核实,被调查者个人资料可以做为分析资料时准确性的补充。

(致谢:感谢室内空气研究中心对本研究的资助)

参 考 文 献

- 1 Etzel RA. A review of the use of saliva cotinine as a marker of tobacco smoke exposure. *Prev Med*, 1990, 19: 190 - 197.
- 2 Barry D. The assessment of exposure to environmental tobacco smoke. *Environ Int*. 1997, 23: 17 - 31.
- 3 Phillips K. Bentley MC, Howard DA, et al. Assessment of air quality in Barcelona by personal monitoring of nonsmokers for respirable suspended particles and environmental tobacco smoke. *Environ Int*, 1997, 23: 173 - 196.
- 4 Holcomb LC. Indoor air quality and environmental tobacco smoke: concentration and exposure. *Environ Int*, 1993, 19: 9 - 40.

(收稿:1997-08-07 修回:1997-08-24)