

# 家长吸烟对儿童尿中 1-羟基芘的影响<sup>\*</sup>

赵振华

仝静 一

(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

(山西省儿童医院, 太原 030013)

**摘要** 为了解家长吸烟对小学生尿中 1-羟基芘的影响, 对 4 个地区小学生的 234 份尿样中的 1-羟基芘及其学校所在地空气中的苯并(a)芘进行了同步采样分析. 结果显示, 学生尿中的 1-羟基芘浓度与所在学校空气中苯并(a)芘的浓度有显著的正相关关系. 家长吸烟组学生尿中 1-羟基芘浓度均高于家长不吸烟组, 但 *t* 检验结果差别不显著. 根据测定结果的分析, 讨论了这种差别意义.

**关键词** 吸烟, 尿中 1-羟基芘, 苯并(a)芘.

尿中 1-羟基芘是评价人体接触多环芳烃的一个良好指标<sup>[1, 2]</sup>. 目前不同研究者都发现吸烟者尿中的 1-羟基芘水平高于非吸烟者<sup>[3]</sup>, 但尚未见到将该指标用于被动吸烟的研究报道. 按 EPA 的资料<sup>[4]</sup>, 香烟支流烟雾中芘的浓度约为不吸烟者室内空气中芘的 1.5 倍. 为了寻找可靠的定量指标, 对被动吸烟(家长吸烟)和非被动吸烟(家长不吸烟)的小学生尿中 1-羟基芘的浓度进行了对比分析, 并讨论了所得结果的意义.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

(1) 尿样来源 所有尿样均采自小学男生. 其中 3 组采自山西 J 市 3 个代表性地区的小学. 这些学生的家庭住房多为 1—2 室的小屋, 学生与家长同居一室. B 市中心小学学生的住房多为 2—3 室的单元楼房, 居住条件较好. 家长吸烟情况, 受试人数及采样时间等列于表 1. 除 B 市中心小学的学生来自 2 个班外, 余 3 个小学的学生均各为一个班的学生.

(2) 空气样品 用 KB-120 型大流量空气采样器采集学校所在地空气中的总悬浮颗粒(TSP), 以分析其上 B(a)P. 采样时间为收取学生尿样的前 3d. 滤膜为超细玻璃纤维滤膜(上海红光造纸厂, 49 型), 用前经高温处理, 采样器流量用前经校准. 每 d 采样时间为: 6—9 时;

11—13 时和 17—19 时, 每次 1 张滤膜.

表 1 受试小学生情况<sup>1)</sup>

| 采样地点  | 吸烟<br>与否 | 受试<br>人数 | 年龄范围<br>(平均) | 采样时间<br>(年-月)  |
|-------|----------|----------|--------------|----------------|
| 商业区小学 | +        | 23       | 9- 10(9. 3)  | 1994-07 与      |
|       | -        | 6        | 9- 10(9. 2)  | 1994-12 各 1 次  |
| 工业区小学 | +        | 22       | 9- 10(9. 6)  | 1994-07 与      |
|       | -        | 7        | 9-10(9. 4)   | 1994-12 各 1 次  |
| 居民区小学 | +        | 24       | 9- 10(9. 3)  | 1994 7 与       |
|       | -        | 6        | 9(9. 0)      | 1994-12 各 1 次  |
| 中心小学  | +        | 16       | 7- 8(7. 2)   | 1993-06 与      |
|       | -        | 13       | 7- 8(7. 3)   | 1994-01 月各 1 次 |

<sup>1)</sup> 前 3 个小学在 J 市, 后 1 个小学在 B 市; + 家长吸烟  
- 家长不吸烟

### 1.2 尿中 1-羟基芘的测定

尿样经葡萄糖苷酸酶水解后用 C<sub>18</sub>SEP-PAK 柱吸附萃取, 反相 HPLC 分离, 荧光检测器测定, 外标法定量. 具体操作方法详见文献[5]. HPLC 分析使用日立 638-50 型高效液相色谱仪, 650-10LC 型荧光检测器, ODS-Zorbax 反相色谱柱. 梯度淋洗: 流动相 A 为 60% 水, 40% 甲醇; 流动相 B 为 100% 甲醇, 前 5min 为 90% A, 至 10min 时改变为 90% B, 再保持 15min. 流量为 0. 5ml/min. 荧光检测器条件:  $\lambda_{\text{ex}}$  345nm, 狭缝带宽 16mm;  $\lambda_{\text{em}}$  388nm, 狭缝带宽 4nm. 进样量 30 $\mu$ l. 用峰面积外标法定量. 一个

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金资助项目(29377270)  
收稿日期: 1996-06-26

实际尿样 10 次测定结果的变异系数为 16.5%，回收率为  $94.6\% \pm 18.8\%$ ，测定相对误差为 8.1%。

尿中 1-羟基芘用尿肌酐校正，尿肌酐的测定按文献[6]的方法进行。

### 1.3 空气中 B(a)P 的测定

按文献[5]方法进行，已采样的滤膜称重后在索氏提取器中用环己烷萃取，萃取液经硅胶柱分离后用 HPCL-荧光检测器分析，峰面积外标法定量，所用仪器同前。

## 2 结果与分析

### 2.1 学生尿中 1-羟基芘的测定结果

图 1 为一个尿样的 HPLC 色谱图。4 所学校 8 组学生的 16 次测定结果列于表 2。

(1) 被动吸烟与非被动吸烟组学生尿中 1-羟基芘的测定结果 由表 2 的数据可以看出：4 所学校冬夏 2 季测定的 8 组数据中，除 B 市冬季被动吸烟组学生尿中 1-羟基芘低于非被动吸烟组（二者相差  $0.01\mu\text{mol}/\text{mol}$  肌酐，此值恰为检出限）外，其余 7 组都是被动吸烟组学生尿中的 1-羟基芘浓度分别高于非被动吸烟组。但经  $t$  检验，所有差别均未有统计学上的显著性意义。

(2) 冬季与夏季学生尿中 1-羟基芘浓度的对比 不论是被动吸烟组还是被动吸烟组，4 所学校学生冬季尿样中 1-羟基芘的浓度均高于夏季（见表 2）。对各组数据进行  $t$  检验，不同地区所得结果不同：B 市 2 组学生尿中 1-羟基芘浓度都是冬季极显著高于夏季。J 市商业区和居民区小学生被动吸烟组冬季尿中 1-羟基芘浓度均分别明显高于夏季，而非被动吸烟组的差别则均不显著；无论被动吸烟与否，工业区小学生尿中 1-羟基芘的浓度在冬夏 2

季的差异则均无显著意义。

表 2 学生尿中 1-羟基芘的测定结果

| 采样点     | 组别 | 采样季节 | 尿中 1-羟基芘/ $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ |      |      |
|---------|----|------|---|------|------|
|         |    |      | 范围  | 均值   | 标准差  |
| J 市商业区学 | +  | 冬    | 0.08– 2.30                                    | 1.51 | 0.61 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.71                                    | 0.40 | 0.24 |
|         | –  | 冬    | 0.01– 2.25                                    | 1.21 | 0.94 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.79                                    | 0.36 | 0.30 |
| J 市居民区学 | +  | 冬    | 0.07– 1.41                                    | 0.52 | 0.36 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.76                                    | 0.22 | 0.21 |
|         | –  | 冬    | 0.01– 0.99                                    | 0.36 | 0.29 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.54                                    | 0.15 | 0.11 |
| J 市工业区学 | +  | 冬    | 0.08– 1.83                                    | 0.9  | 0.58 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.89                                    | 0.6  | 0.5  |
|         | –  | 冬    | 0.01– 1.2                                     | 0.8  | 0.6  |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.90                                    | 0.57 | 0.57 |
| B 市中心小学 | +  | 冬    | 0.01– 1.01                                    | 0.68 | 0.30 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.80                                    | 0.32 | 0.21 |
|         | –  | 冬    | 0.09– 1.2                                     | 0.69 | 0.45 |
|         |    | 夏    | 0.01– 0.58                                    | 0.30 | 0.11 |

+ 被动吸烟 – 非被动吸烟

### 2.2 空气中 B(a)P 的测定结果

由表 3 可以看出，4 个采样点空气中 B(a)P 的浓度都是冬季高于夏季，其中以 J 市商业区的浓度为最高，那里居民集中，冬季小煤炉采暖，空气污染比较严重。

对空气中的 B(a)P 和尿中的 1-羟基芘的浓度进行回归分析，结果如图 2 所示。相关系数  $r=0.9217$ ，说明学生尿中 1-羟基芘的浓度与学校所在地区空气中的 B(a)P 浓度显著正相关。其回归方程为：

$$Y=0.048+0.055X$$

式中， $Y$ = 空气中 B(a)P 浓度 ( $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ )， $X$ = 尿中 1-羟基芘浓度 ( $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$  肌酐)

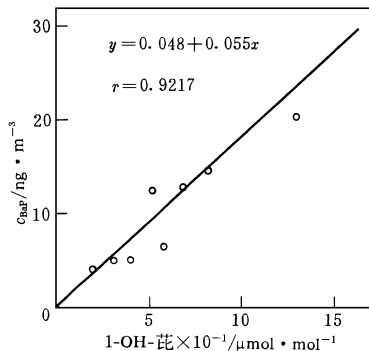


图 2 空气中 B(a)P( $y$ )和尿中 1-羟基芘的相关关系

表 3 空气中 B(a)P 的测定浓度/ ng · m<sup>-3</sup>

| 采样点      | 采样<br>季节 | B(a)P 日均值<br>( $\bar{x} \pm S. D.$ ) |
|----------|----------|--------------------------------------|
| J 市商业区小学 | 冬        | 20.1 ± 5.2                           |
|          | 夏        | 5.2 ± 3.0                            |
| J 市居民区小学 | 冬        | 12.5 ± 4.1                           |
|          | 夏        | 4.0 ± 2.9                            |
| J 市工业区小学 | 冬        | 14.7 ± 3.2                           |
|          | 夏        | 6.2 ± 4.4                            |
| B 市中心小学  | 冬        | 13.0 ± 2.5                           |
|          | 夏        | 5.0 ± 1.9                            |

3 讨论

上述测定结果显示不同地区学生尿中 1-羟基芘的浓度与其所在地区空气中 B(a)P 的浓度有显著的正相关,进一步证明了尿中 1-羟基芘是人体接触空气中多环芳烃的一个灵敏指标<sup>[7]</sup>.

本实验证明所有吸烟家长组学生尿中的 1-羟基芘浓度均有微弱增加趋势.统计学的结果未能显示出显著的影向,原因之一是由于小学生受家长吸烟影响的时间只占一部分,约为全天的 1/4 时间(小学生在校和户外活动以 10h 计,睡眠 8h,受家长吸烟影响时间以 6h 计).此外所选测定对象,同一班级内学生中不吸烟的家长甚少,两组样本数不等.根据家长吸烟组与非吸烟组学生尿中 1-羟基芘的差值,由图 2 的回归方程中可计算出学生吸入的 B(a)P,而这些 B(a)P 主要是因家长吸烟所致.表 4 给出计算结果.可以看出,J 市 3 个学校冬夏 2 季吸烟家长较不吸烟家长组学生每日多吸入的 B(a)P 在 1.20- 1.56ng 之间.我国大前门烟的烟气冷凝物中 B(a)P 的含量为 1.3ng/支烟,因此相当于这些小学生每日抽一支香烟.B 市小学 2 组的差别不大,这可能与该校学生居住条件较好(学生与家长分居)有关.

冬季空气污染严重,可加重家长吸烟组学生尿中 1-羟基芘的浓度.因为在所有测定组学

表 4 家长吸烟组较不吸烟组学生每日多吸入的

| B(a)P/ng |     |   |  |
|----------|-----|---|--|
| 组 别      | 季 节 | 2 组学生尿中 1-OH-芘<br>差值/ $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 吸入 B(a)P <sup>1)</sup><br>/ $\text{ng} \cdot (\text{人} \cdot \text{d})^{-1}$ |
| J 市商业区小学 | 冬   | 0.30  | 1.56   |
|          | 夏   | 0.04  | 1.2  |
| J 市居民区小学 | 冬   | 0.16  | 1.37   |
|          | 夏   | 0.07  | 1.25   |
| J 市工业区小学 | 冬   | 0.10  | 1.30   |
|          | 夏   | 0.03  | 1.2  |
| B 市中心小学  | 冬   | - 0.01  | -  |
|          |     | 0.02  | 1.18   |

1) 每人每日吸入空气以 20m<sup>3</sup> 计

生尿中 1-羟基芘的浓度都是冬季高于夏季,但在 J 市商业区和居民区的学生,都是家长吸烟组的差值在统计学上有非常显著的意义,而家长不吸烟组差别不显著,而工业区冬夏季空气污染的差别不很大,所以家长吸烟组与非吸烟组学生尿中 1-羟基芘的差别在统计学上均无显著意义.家长吸烟能增加学生尿中 1-羟基芘的浓度,除了因烟雾中含有包括芘在内的多环芳烃化合物,还由于香烟中的外源性物质也能作用于体内细胞色素 P<sub>450</sub>酶类,从而激活多环芳烃的代谢水平所致.目前尚未有任何指标能定量评价被动吸烟,本实验结果显示,用尿中 1-羟基芘进行评价是一个很有希望的途径.

参 考 文 献

1 Jongeneelen F J et al. · Scand. J. Work Environ. Health, 1986, **12**: 137  
2 Zhao Z H et al. · Sci. Total Environ. , 1992, **113**: 197  
3 Van Rooij J G M. Dermal Exposure to PAHs among Workers. Ph D. thesis, The Netherlands, 1994: 27- 43  
4 EPA/ 600/ 8-89/ 043. Exposure factors handbook. Washington D. C. USA  
5 赵振华等著.多环芳烃的环境健康化学.北京: 中国科技出版社. 1993: 45- 48, 1- 6  
6 Taussay H H. J. Biol. Chem. , 1954, **208**: 853  
7 Zhao Z H et al. · J. Environ. Sci. Health, 1992, **A27**(7): 1949

the lake; studies on the succession of phytoplankton; assessment of the fishery potential on the basis of phytoplanktonic primary productivity; determination of the standing crop and production of zooplankton; studies on the function of organic detritus in the system and the top-down effects of fish on the system, etc.

**Key words:** Lake Donghu, ecology, structure and functioning, top-down effects.

#### **Thermal Environment of Urban Area and The Improvement of Its Micro-thermal Environment**

Liu Xiaotu and Chen Enshui (Dept. of Architecture, Southeast University, Nanjing 210096), Shao Tieru (The Association for Science and Technology of Zhenjiang City 212001): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(1), 1997, pp. 54–58

On the basis of the change of thermal environmental factors in several cities and counties of southern part in Jiangsu province, this article analyzed firstly the changing trend of thermal environmental factors that caused by the urbanization, then introduced the effects for improving micro-thermal environment of habitation by using the measures including the planning of road network in urban area, the control of density of the buildings, the greenery and the waters in the urban area.

**Key words:** development of the cities, thermal environment, heat island effect, improvement of micro-thermal environment.

#### **The Photolysis Character of Methyl Bromide and Tribromomethane in the Presence of Hydrogen Peroxide**

Zhong Jinxian, Zhang Deqiang (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085), Chen Dazhou (Chinese Center for Certified Reference Materials, Beijing, 100013): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(1), 1997, pp. 59–61

Under simulated atmospheric condition, photolysis for  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{CHBr}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$  systems were studied.  $\text{H}_2\text{O}_2$  was irradiated by 253.7nm UV and produced OH radicals. The OH radicals can initiate photooxidation of  $\text{CHBr}_3$  and  $\text{CH}_3\text{Br}$ . The products of photooxidation were determined by a fourier transform infrared spectroscopy with 20m long path cell. The products were  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$  and  $\text{H}_2\text{O}$  for  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{H}_2\text{O}_2$  system,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{COBr}_2$  for  $\text{CHBr}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$  system, based on those results the mechanisms of photooxidation were suggested.

**Key words:** photolysis, OH radicals, brominated methanes.

#### **The Effect of Parents Smoking on the Urinary Concentration of 1-Hydroxypyrene of Children**

Zhao Zhenhua (Beijing Municipal Research Academy of Environmental Protection, Beijing 100037), Tong Jingyi (Shanxi Provincial Children's Hospital, Taiyuan 030013): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(1), 1997, pp. 62–64

Using the urinary 1-hydroxypyrene as a biological index, the effect of parents smoking on the content of 1-hydroxypyrene in the pupils' urine was investigated. The 1-hydroxypyrene level in 234 urine specimens of pupils from 4 urban districts was determined, and the ambient air in these districts was synchronously sampled and analyzed for the content of benzo(a)pyrene (BaP). It was found that the content of urinary 1-hydroxypyrene of the pupils is significantly correlated with the ambient concentration of benzo(a)pyrene in the corresponding region where the school is located. For the groups of pupils whose parents smoke the urinary level of 1-hydroxypyrene are always higher than that of the groups with non-smoking parents, but the t-tests indicate that the difference is not statistically significant due to small populations.

**Key words:** smoking, urinary 1-hydroxypyrene, benzo(a)pyrene.

#### **Primary Study on Sulfur Capture in Coal Briquet Combustion by $\text{Fe}_2\text{O}_3$ Promoting**

Zhang Lianguan, Chen Siwei et al. (China Chemical Industry Economic and Technical Development Centre, Beijing 100723): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(1), 1997, pp. 65–67

According to the ignition point of sulphur in coal, the sulphur capture reaction process was divided into two stages in this paper. It was found that sulphur capture in coal ash mainly happened in stage of below 500 °C. Relationship between time of raising temperature and fraction of sulphur capture was obtained that time of raising temperature must be below 30 min. It was found that the more  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  was used, the more  $\text{CaSO}_3$  changed into  $\text{CaSO}_4$ . The actual process of sulphur captured in coal ash was simulated through the reaction  $\text{CaO} + \text{SO}_2 + 0.5\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$ . At last some special experiments were designed and proved that  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mainly promoted the reaction  $\text{CaO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3$ .

**Key words:** coal briquet, sulphur capture,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

#### **Study on the Synthetizing Building Materials by Steam Curing Asbestos Tailings**

Lu Zhongyuan, Wang Haibin et al. (Southwest Institute of Technology, Mianyang 621002): *Chin. J. Environ. Sci.*, **18**(1), 1997, pp. 68–69

A Study on synthetizing the building materials by steam curing from asbestos tailing have been done in the present thesis. The effects of calcined temperature of the raw materials, the additions on the properties of products have been studied in this paper. The results showed that function of the material are the best when optimum temperature of pretreating the asbestos tailing is 950 °C and component in the material is 90% for the asbestos tailing and component in the material is all 5% for MA and NB.

**Key words:** asbestos tailings, building materials, steam curing.