

• 论 著 •

非职业人群全血中锑暴露水平的研究*

谭湘武¹, 马金辉¹, 萧福元¹, 谭伊曼², 周花姣¹, 肖胜蓝¹

(1. 湖南省湘潭市疾病预防控制中心 411100; 2. 湖南省湘潭卫职职业技术学院 411104)

摘要:目的 研究非职业人群血锑暴露水平,为防控重金属锑污染及健康危害提供基础数据。方法 随机选择 427 例非职业人群为调查对象,采集全血标本,经微波消解,采用氢化物发生-原子荧光光谱法测定全血中总锑水平,并采用统计学方法计算其特征参数。结果 非职业人群血锑水平检出率为 93.4%,其平均数为 19.60 $\mu\text{g/L}$,中位数为 18.70 $\mu\text{g/L}$, $P_{5\sim P_{95}}$ 范围为 ND~45.00 $\mu\text{g/L}$ 。其性别间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),但各年龄组间比较,血锑水平呈上升趋势,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 湘潭地区非职业人群的血锑暴露水平略高于国内其他地区,可能与饮食习惯和环境重金属污染有关。

关键词:非职业人群; 血锑; 暴露水平; 原子荧光光谱法

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2016.21.009

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2016)21-2973-03

The investigation on exposure level of antimony in blood of non-occupational exposed subjects*

TAN Xiangwu¹, MA Jinhui¹, XIAO Fuyuan¹, TAN Yiman², ZHOU Huanjiao¹, XIAO Shenglan¹

(1. Center for Disease Control and Prevention of Xiangtan City, Xiangtan, Hunan 411100, China;

2. Xiangtan Vocational and Technical College of Medical Science, Xiangtan, Hunan 411104, China)

Abstract:Objective To investigate exposure level in non-occupational workers and to provide basic data for prevention and control of antimony pollution. **Methods** A total of 427 non-occupational exposed subjects were selected. The whole blood from all the subjects were collected. After microwave digestion, the antimony extracted from the blood, which was detected by Hydride Generation-atomic fluorescence spectrometry. Statistical method was used for the characteristic parameters analysis. **Results** The detection rate of antimony in non-occupational workers was 93.4%, and the mean level was 19.60 $\mu\text{g/L}$, the medium level was 18.70 $\mu\text{g/L}$. The interquartile range was ND to 45.00 $\mu\text{g/L}$ ($P_{5\sim P_{95}}$). The difference of the antimony level between the gender had no statistical significance ($P>0.05$). Along with the age, the level of antimony also increased. And the differences of antimony between the different age groups had statistical significances ($P<0.05$). **Conclusion** The exposure level of antimony in non-occupational population in Hunan province is slightly higher than other districts in China, which is possibly related to the diet habit and polluted environment.

Key words: non-occupational population; antimony; exposure level; hydride generation-atomic fluorescence spectrometry

重金属锑是环境中普遍存在的污染物,其健康损害效应广受关注,国内外学者对职业人群锑暴露研究较多^[1],对非职业人群锑暴露研究较少^[2],而这些基础数据对进一步开展健康效应研究有重要意义。因此,笔者采用横断面研究方法,以 427 例非职业暴露人群为研究对象,旨在了解非职业暴露人群血液中锑蓄积水平及人群分布特征,为评价非职业人群锑暴露评估提供基础数据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 于 2015 年 3~10 月分批随机选择湘潭市、县级妇幼保健院未成年人和市级疾病预防控制中心体检人员为调查对象,职业为儿童、学生、医务工作者、食品从业人员等。本次调查对象共 427 例,男 172 例,女 255 例,其中未成年人 67 例;年龄 0~7 岁,平均(2.2 $\pm$ 0.3)岁;成年人 360 例,年龄 18~60 岁,平均(32.5 $\pm$ 0.5)岁。非职业人群常住地在湘潭市雨湖区 191 例,岳塘区 95 例,湘潭县 106 例,韶山市 21 例,湘乡市 14 例;居住年限大于 2.2 年。无职业暴露史者和其他疾病患者。

1.2 仪器与试剂 仪器:AFS-230E 型双道原子荧光光度计(北京科创海光仪器有限公司);锑空心阴极灯(北京有色金属研究总院);ETHOSONE 微波消解仪(Milestone 公司)。所有

玻璃器皿和塑料容器均经过 20%硝酸浸泡过夜,用去离子水清洗干净后再用。试剂:盐酸(分析纯,批号为 20111025),硝酸(优级纯,批号为 20140124),过氧化氢(优级纯,批号为 20120917),5 g/L 氢氧化钠(优级纯,批号为 20130110),50 g/L 硫脲(分析纯,批号为 F20110722),50 g/L 抗坏血酸溶液(优级纯,批号为 20120620),以上试剂由国药集团化学试剂有限公司提供;20 g/L 硼氢化钾(分析纯,批号为 20120227),由天津南开允公合成技术有限公司提供;100 $\mu\text{g/mL}$ 锑元素标准溶液[GBW(E)082126,批号为 13090478],由钢研纳克检测技术有限公司提供。试验用气为纯度大于 99.999%的氩气,由长沙高科气体有限公司提供。试验用水为电阻率为 18.2 $\text{m}\Omega\cdot\text{cm}$ (25 $^{\circ}\text{C}$)去离子水。

1.3 方法

1.3.1 标本收集及前处理 采集空腹外周静脉血 5 mL 于盛有肝素钠的抗凝管中(严禁溶血),摇匀,准确移取全血 1.0 mL 置于消解罐中,加入硝酸 4 mL,加入 1.0 mL 过氧化氢,旋紧消解罐,以功率 800 W 升温 10 min,功率 1 000 W 升温 20 min 进行程序升温消解。待冷却后,加 1.0 mL 硫脲(50 g/L)+抗坏血酸(50 g/L)混合溶液,加水定容至 10 mL,摇匀,放置 30 min 后上机测定其荧光值。同时作试剂空白。

* 基金项目:湖南省医药卫生科研计划资助项目(B2014-162);湘潭市科技局科研计划资助项目(SF20141003)。

作者简介:谭湘武,男,副主任技师,主要从事理化检验方面的研究。

1.3.2 测定方法 标准曲线的绘制:以配制 10 $\mu\text{g/L}$ 铈标准使用液为母液,配制标准系列水平为 0、1.00、3.00、5.00、10.00、20.00 $\mu\text{g/L}$ 的溶液,采用氢化物发生-原子荧光法测定其荧光值并绘制成标准曲线^[3],从标准曲线上直接查出血铈水平。仪器工作条件:光电倍增管负高压 280 V,灯电流 15 mA,原子化器高度 8 mm,读数时间 7 s,延续时间 1 s,载气流量 400 mL/min,屏蔽气流量 1 000 mL/min,采用标准曲线法测定,采用峰面积方式读数。结果计算: $X=C\times V1/V2$,其中 X 为全血铈水平 $[\mu\text{g/L(g)}]$;C 为由标准曲线查得的铈水平 $[\mu\text{g/L(g)}]$;V1 为定容体积(mL);V2 为取样体积或称样量 $[\text{mL(g)}]$ 。

1.3.3 质量控制 检测分析过程中采用基质加标方法测定回收率,计算其相对标准偏差。为监控仪器稳定性,每 20 个样品间设置中等水平标样和空白各 2 例。

1.4 统计学处理 采用 SPSS13.0 软件进行统计分析。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 检验;组间差异比较采用 Oneway-ANOVA 分析,以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 质量控制结果 用铈标准溶液绘制标准曲线,铈水平为 0~20.00 $\mu\text{g/L}$,线性方程为 $IF=209.0C+125.5$ 。相关系数为 0.999 7,平行测定空白液 11 次,检出限为 0.05 $\mu\text{g/L}$ 。若取血样 1.0 mL,则最低检出水平为 0.50 $\mu\text{g/L}$ 。另取 2 例全血样品进行精密度与回收率试验,其相对标准偏差为 0.41% 和 2.55% ($n=6$),加标回收率为 97.5% 和 102.7%。见表 1。

表 1 血铈 AFS 测定法的精密度与回收率试验结果 ($n=6$)

测试项目	血样 1	血样 2
本底量($\mu\text{g/L}$)	15.50	12.00
加标值($\mu\text{g/L}$)	8.00	15.00
测得值($\mu\text{g/L}$)	23.32	26.29
	23.21	27.46
	23.29	27.15
	23.39	27.25
	23.42	27.88
	23.18	28.34
实测平均值($\mu\text{g/L}$)	23.30	27.40
变异系数(%)	0.41	2.55
回收率(%)	97.50	102.70

2.2 非职业人群血铈的暴露水平

2.2.1 测定值分布状态 在 427 例血液标本中,所检测数据经 Kolmogorov-Smirnov 检验 ($Z=1.154, P=0.139$),显示符合正态分布。见图 1。

2.2.2 全血中总铈水平 超出检出限的例数为 399 例,总检

出率为 93.4%;其最小值为未检出(ND),最大值为 62.50 $\mu\text{g/L}$,四分位距为 19.86 $\mu\text{g/L}$,偏度为 0.434,峰度为(-0.498);平均数为 $(19.60\pm13.80)\mu\text{g/L}$,中位数为 18.70 $\mu\text{g/L}$; $P5\sim P95$ 范围为 $\text{ND}\sim45.00\mu\text{g/L}$ 。男女血铈水平比较,差异无统计学意义($F=0.928, P=0.336$)。

2.2.3 同年龄段男女性别之间比较 未成年人组男女性别血铈水平平均值基本接近,其性别间比较,差异无统计学意义($F=0.131, P=0.719$)。成年人组男性血铈水平平均值高于女性,其性别间比较,差异有统计学意义($F=5.650, P=0.018$)。见表 2。

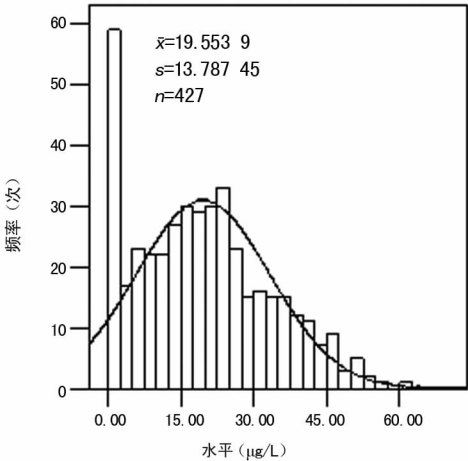


图 1 非职业暴露人群血铈水平直方图

表 2 非职业暴露人群血铈水平分析

组别	性别	n	检出率(%)	平均值($\bar{x}\pm s, \mu\text{g/L}$)
未成年人	男	40	82.5	9.46 $\pm$ 9.09
	女	27	84.6	10.20 $\pm$ 8.06
	合计	67	82.9	9.77 $\pm$ 8.64
成年人	男	132	90.9	23.60 $\pm$ 14.50
	女	228	95.6	20.10 $\pm$ 13.30
	合计	360	93.9	21.40 $\pm$ 13.80
合计	男	172	89.0	20.30 $\pm$ 14.70
	女	255	94.5	19.00 $\pm$ 13.20
	合计	427	93.4	19.60 $\pm$ 13.80

2.2.4 不同年龄段血铈水平之间比较 结果表明,不同年龄段间血铈水平比较,差异有统计学意义($F=9.412, P=0.000$)。在 0~40 岁人群中血铈水平总体随着年龄增长呈上升趋势,40 岁后血铈水平随着年龄增长呈下降趋势,见表 3。

表 3 不同年龄段血铈水平集中趋势分布

年龄段(岁)	n	平均值($\bar{x}\pm s, \mu\text{g/L}$)	中位数($\mu\text{g/L}$)	P95($\mu\text{g/L}$)	P5($\mu\text{g/L}$)	最小值($\mu\text{g/L}$)	最大值($\mu\text{g/L}$)	四分位距($\mu\text{g/L}$)	偏度	峰度
0~10	67	9.77 $\pm$ 8.64	8.00	26.10	ND	ND	29.70	13.25	0.695	-0.514
11~20	29	17.54 $\pm$ 13.66	21.08	40.11	ND	ND	41.40	23.57	0.113	-1.340
21~30	97	25.93 $\pm$ 14.99	25.82	49.45	ND	ND	62.50	22.52	0.010	-0.761
31~40	72	23.96 $\pm$ 15.28	23.94	50.20	ND	ND	53.70	23.59	0.029	-0.929
41~50	127	18.82 $\pm$ 10.78	18.32	39.81	ND	ND	51.00	12.77	0.497	0.505
51~60	35	15.86 $\pm$ 12.88	13.14	39.03	ND	ND	39.30	21.53	0.452	-1.012

注:不同年龄段非职业暴露人群血铈水平比较,差异有统计学意义($F=9.412, P=0.000$)。

3 讨 论

人体内锑水平没有统一的正常值范围,一般认为人体内各组织中锑水平低于 1.00 $\mu\text{g/L}$ ^[4],其中肺、淋巴结、头发锑水平较高,血液中锑水平低于头发中锑水平^[2]。近年来,国内文献关于非职业人群血锑水平报道极少,石杰等^[3]对某锑厂 30 例锑接触工人血锑水平采用化物发生-原子荧光法进行测定,结果为 10.20~49.20 $\mu\text{g/L}$,平均 23.70 $\mu\text{g/L}$;非职业人群则平均为 16.10 $\mu\text{g/L}$ 。相关文献报道河北承德 581 例普通人群血锑水平为 0.13~14.80 $\mu\text{g/L}$ ^[5],广东佛山 862 例非职业人群血锑水平为 3.38~7.38 $\mu\text{g/L}$ ^[6]。2015 年,文献报道采用 ICP-MS 法对湖南省株洲、岳阳、邵阳、张家界 4 个市的 1 168 例普通人群进行 33 种元素检测,其中血锑水平平均数为 3.20 $\mu\text{g/L}$,中位数未检出, $P5\sim P95$ 范围为 ND~29.5 $\mu\text{g/L}$ ^[7]。本次研究取自湘潭市区的新生儿、婴幼儿、学生、食品从业人员、医务人员等作为非职业暴露人群为研究对象,采用微波消解-原子荧光光谱法测定其全血中锑水平,平均水平为 19.60 $\mu\text{g/L}$,中位数为 18.70 $\mu\text{g/L}$, $P5\sim P95$ 范围为 ND~45.00 $\mu\text{g/L}$ 。其检测结果与上述地区血锑水平比较,非职业人群血锑水平处于较高水平。

从本次研究结果来看,本地区非职业暴露人群血锑水平与其他地区存在一定差异。分析其原因可能为:(1)中国土壤中锑背景值为 1.06 mg/kg^[8],而湖南土壤中锑的背景值为 2.98 mg/kg^[9],提示本地区土壤存在重金属锑的生态危害,直接影响到农产品中的重金属锑水平。但是否通过食物链进入人体,导致人体内锑水平较高,尚需进一步研究。(2)各地区非职业人群膳食结构差异导致重金属锑摄入量不同,本地区膳食结构中是否存在锑富集食物,尚需深入研究。(3)由检测仪器及试剂、测定方法等方面实验室内差异造成。血锑预处理方法主要有常压湿消化法、微波消解、萃取法、提取液提取法等,其性能

参数(检出限、精密度、敏感性、线性测量范围等)各不相同,可能导致检测结果出现差异。

综上所述,通过对本地区非职业人群血锑水平的分析,初步掌握其血锑暴露水平,建立该地区非职业人群血锑水平数据库,可为防控重金属锑污染及健康危害提供基础数据。

参考文献

[1] 霍学义,黄丽春,陈家玉,等. 锑冶炼工人生物材料中锑含量分析[J]. 工业卫生与职业病,1995,21(6):375-376.

[2] 戈兆凤,韦朝阳. 锑环境健康效应的研究进展[J]. 环境与健康杂志,2011,28(7):649-653.

[3] 石杰,郭玮,秦文华,等. 血液中锑的原子荧光法测定法[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2007,25(2):113-114.

[4] 倪文庆. 有毒重金属锑在环境及人体分布[J]. 国外医学:医学地理分册,2012,33(4):256-260.

[5] 姜薇. 承德某县一般人群 19 种全血微量元素调查研究[D]. 石家庄:河北医科大学,2013.

[6] 劳少泉,邓雪凝,唐学玲,等. 佛山市三水区正常人群全血中 13 种重金属本底含量研究[J]. 职业卫生与应急救援,2013,31(2):59-63.

[7] 王瑶,张素静,王跃进,等. 湖南省人群血液中 33 种元素的正常值范围[J]. 法医学杂志,2015,31(2):117-122.

[8] 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值[M]. 北京:中国环境科学出版社,1990.

[9] 潘佑民,杨国治. 湖南土壤背景值及研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,1988.

(收稿日期:2016-02-06 修回日期:2016-04-26)

(上接第 2972 页)

人乳头瘤病毒多重感染的基因型对比研究[J]. 中华医院感染学杂志,2014,24(19):4708-4710.

[10] 唐永发,耿建祥,张金浩,等. 196 例肛门及肛管尖锐湿疣病变中 HPV 感染的研究[J]. 国际检验医学杂志,2012,33(11):1303-1304.

[11] 曹嫵,邵馨,耿建祥,等. 287 例肛门及肛管尖锐湿疣组织 HPV 感染基因型的研究[J]. 国际检验医学杂志,2014,35(8):969-970.

[12] 徐妍婷,蔡为民,耿建祥,等. 健康妇女及宫颈鳞癌患者 HPV 感染基因型分布的研究[J]. 国际检验医学杂志,2014,35(22):3022-3024.

[13] 夏林,龚培尧,耿建祥,等. 徐州地区女性宫颈细胞中 HPV 感染基因型分析[J]. 国际检验医学杂志,2015,36(7):882-884.

[14] 徐建妹,张金浩,耿建祥,等. 女性肛门尖锐湿疣组织中 HPV 感染的回顾性研究[J]. 中国妇幼保健,2015,30(31):5329-5331.

[15] 张金浩,蔡为民,耿建祥,等. 女性肛门及肛管尖锐湿疣组织 HPV 感染基因型谱的分析[J]. 国际检验医学杂志,2015,36(1):30-32.

[16] 赵敏,董汉生,陈雷,等. 尖锐湿疣组织 HPV 基因芯片分型及型别分析[J]. 中国皮肤性病学杂志,2006,20(8):490-491.

[17] 蔡为民,王宏景,耿建祥,等. 宫颈正常细胞和宫颈鳞状细胞癌及腺癌组织中 HPV 感染基因型的分布[J]. 临床与实验病理学杂志,2014,30(8):854-857.

[18] 龙秀荣,王志蕙,耿建祥,等. 健康妇女及宫颈上皮癌瘤患者 HPV 感染基因型分布特征研究[J]. 国际检验医学杂志,2012,33(24):2958-2959.

[19] Bruni L, Diaz M, Castellsague X, et al. Cervical human papillomavirus prevalence in 5 continents: meta-analysis of 1 million women with normal cytological findings[J]. J Infect Dis, 2010, 202:1789-1799.

[20] Li H, Wang XB, Geng JX, et al. Clinical study of styping detection of human papillomavirus (HPV) infection with microarray from paraffinembedded specimens of cervical cancer and precursor lesions[J]. J Nanosci Nanotechnol, 2015, 15(9):6423-6428.

(收稿日期:2016-05-04 修回日期:2016-06-24)