

# 某铅采选企业周边儿童血铅水平及相关因素研究

孟聪申<sup>1</sup>, 张宏顺<sup>1</sup>, 马璨<sup>2</sup>, 马沛滨<sup>1</sup>, 孙承业<sup>1</sup>

(1. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 2. 北京市朝阳区疾病预防控制中心, 北京 100021)

**摘要:** 目的 了解某铅采选企业周边儿童血铅水平及相关因素。方法 采取分层整群随机抽样和单纯随机抽样相结合的方法, 于 2012 年 5—6 月调查某铅采选企业周边 5 km 范围内的 KS 镇常驻人口中 3~14 岁儿童 384 名, 采用电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS) 进行血铅含量测定, 并做相关因素问卷调查。结果 测得儿童血铅水平中位数为 208.62  $\mu\text{g/L}$ ,  $P_{25}$  为 155.93  $\mu\text{g/L}$ ,  $P_{75}$  为 279.47  $\mu\text{g/L}$ , 达到高铅血症水平 ( $\geq 100 \mu\text{g/L}$ ) 的儿童比例为 94.53%, 达到铅中毒水平 ( $\geq 200 \mu\text{g/L}$ ) 的儿童比例为 54.69%; 距离企业大于 4 km 的 JL 村儿童血铅水平明显低于距离企业 4 km 范围内的 3 个村 ( $P < 0.001$ ); 血铅水平男童明显高于女童 ( $P < 0.01$ )。影响儿童铅暴露的因素主要是性别、儿童啃咬手指或其他物品和吃东西前不洗手。结论 该企业周边儿童血铅水平和血铅超标率情况已非常严重, 相关干预措施亟待开展。

**关键词:** 儿童; 血铅; 铅采选; 相关因素

中图分类号: R179 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2014)04-0258-03 DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2014.04.007

## Study on blood lead level of children lived in surrounding area of a lead mining enterprise and its correlative factors

MENG Cong-shen\*, ZHANG Hong-shun, MA Can, MA Pei-bin, SUN Cheng-ye

(\* . National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

**Abstract:** **Objective** To learn the blood lead level of children lived in the surrounding area of a lead mining enterprise and its correlative factors. **Methods** Stratified cluster random sampling and simple random sampling were used in the survey. A total of 384 children of 3—14 years old lived in the area less than 5 kilometers away from a lead mining enterprise were investigated from May to June 2012, blood lead level was tested by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). At the same time, related factors were investigated using a standardized questionnaire as well. **Results** The median blood lead level of these children lived in a town where was about 5 kilometers away from the enterprise was 208.62  $\mu\text{g/L}$  (155.93  $\mu\text{g/L}$  279.47  $\mu\text{g/L}$ ), 94.53% of those  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  and 54.69%  $\geq 200 \mu\text{g/L}$ , while the levels of the children lived in JL village where was 4 kilometers far from the enterprise were obviously lower than that of the children lived in the villages less than 4 km away from the enterprise ( $P < 0.001$ ), and the blood lead level of boys was higher than that of girls ( $P < 0.001$ ). The correlative factors of children lead exposure mainly were gender, biting fingers or other objects and do not washing hands before eating. **Conclusion** The results suggested that the blood lead level of children around lead mining enterprise was high, effective intervention measures on these target populations should be carried out immediately.

**Key words:** children; blood lead; lead mining; correlative factors

近年来,我国儿童血铅整体水平呈下降趋势,尤其自 2000 年我国禁止使用含铅汽油后,城市儿童铅水平下降更为明显<sup>[1]</sup>。但是,在部分涉铅的工矿企业周边铅环境污染状况仍然非常严重,儿童血铅水平依然很高,每年均发生多起因严重铅环境污染导致的群体性儿童铅中毒事件<sup>[2,3]</sup>。然而,涉

铅企业周边儿童血铅水平往往只有在出现群体性事件之后才被报道和关注。为了解铅采选企业周边儿童血铅水平及相关因素,我们于 2012 年 5—6 月对某铅采选企业周边居住儿童进行了血铅水平测定及铅暴露相关问卷调查。

### 1 对象与方法

#### 1.1 对象

抽取某铅采选企业周边 5 km 范围内的 KS 镇常驻人口 (在该区域居住半年以上) 中 3~14 岁儿童 384 名。排除患有出生窒息、中枢神经系统疾病、颅脑外伤、佝偻病或贫血的儿童。

#### 1.2 方法

1.2.1 抽样 采取分层整群随机抽样和单纯随机抽样相结合

收稿日期: 2014-05-22

基金项目: 环保公益性行业科研专项 (涉铅企业周边儿童血铅污染的环境暴露来源解析及防控对策研究, 编号 201109064); 环保公益性行业科研专项 (重金属环境健康风险重点防控区划分及分级技术研究, 编号 2010467046)

作者简介: 孟聪申 (1981—), 男, 助理研究员, 研究方向: 中毒控制。

通讯作者: 孙承业, 研究员, E-mail: pccsun@gamil.com。

的方法,以该铅采选企业为中心,将 KS 镇 12 个村民委员会按照与该企业的距离分为 2~3 km、3~4 km 和 >4 km 三个层次,根据每层 3~14 岁儿童人数的构成,确定每个层应调查的样本量。在每个层内采用单纯随机抽样方法,确定 2~3 km 的 XJ 村和 ETP 村,3~4 km 的 KS 村,以及 >4 km 的 JL 村作为整群抽样单位。

根据以往我国儿童血铅水平计算出本次调查的样本量。在抽样单位中按照儿童的年龄组进行分层(3~7 岁和 8~14 岁),再以 KS 镇 3~7 岁和 8~14 岁两年龄组的儿童构成比确定每个年龄层应调查的样本量。

1.2.2 采样与测定 按顺序用 0.2% 硝酸、纯水、碘酒、乙醇清洁取血区皮肤。使用经过检验的同一批号的一次性注射器抽取静脉血 2 ml,真空采血管直接注入,并立即摇晃均匀。采用电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)进行血铅测定。

1.2.3 质量控制 所有采样器材、容器均抽查合格。采血为专业、固定人员,保证血样量采集准确。在血铅测定过程中,采用血铅标准物质(GBW139,GBW140,中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所)对测定过程进行质量控制。随机抽取 5% 的样品进行平行双样测定,相对误差 <10%,结果合格。

1.2.4 调查问卷 采取入户调查的形式,调查对象为研究对象父母或抚养人,由事先经过培训的卫生专业人员进行调查填写。问卷内容主要涉及有关儿童的一般情况、家庭情况、生活习惯、喂养和饮食习惯等问题。

### 1.3 统计学处理

应用 SPSS 统计软件进行统计学分析。对血铅进行秩和检验,根据分组计数资料是否有序选择进行  $\chi^2$  检验或秩和检验;以血铅值为因变量,将涉及相关危险因素为自变量进行多元回归分析,找出统计学上对高血铅影响较大的变量。

## 2 结果

共测定 384 名 3~14 岁儿童血铅水平,中位数为 208.62  $\mu\text{g/L}$ ,  $P_{25}$  为 155.93  $\mu\text{g/L}$ ,  $P_{75}$  为 279.47  $\mu\text{g/L}$ 。按照《儿童高铅血症和铅中毒分级和处理原则(试行)》标准,达到高铅血症水平( $\geq 100 \mu\text{g/L}$ )的儿童比例为 94.53%,达到铅中毒水平( $\geq 200 \mu\text{g/L}$ )的儿童比例为 54.69%。

### 2.1 与企业不同距离儿童血铅水平

从调查结果看,与企业不同距离儿童血铅水平不相同( $\chi^2 = 51.079$ ,  $P < 0.001$ ),见表 1。进一步两两比较发现,距离企业 >4 km 的 JL 村儿童血铅水平明显低于距离企业 4 km 范围内的 3 个村,KS 村儿童血铅水平明显高于 XJ 村(表 2)。此外,不同村儿童之间血铅超标率也存在差异( $\chi^2 = 49.424$ ,  $P < 0.001$ )(表 3),JL 村儿童血铅超标率明显低于其他三个村,KS 村儿童血铅超标率明显高于 XJ 村(表 4)。

表 1 与企业不同距离村镇的儿童血铅水平分布

| 村镇    | 与企业距离<br>(km) | 调查<br>人数 | $P_{25}$ | 中位数    | $P_{75}$ |
|-------|---------------|----------|----------|--------|----------|
| XJ 村  | 2~3           | 102      | 121.83   | 173.20 | 220.19   |
| ETP 村 | 2~3           | 64       | 161.55   | 213.91 | 327.27   |
| KS 村  | 3~4           | 139      | 196.77   | 237.61 | 293.75   |
| JL 村  | >4            | 79       | 127.41   | 154.12 | 194.91   |

表 2 与企业不同距离村镇的儿童血铅水平两两比较

| 村镇            | Z 值    | P 值    | 村镇            | Z 值    | P 值    |
|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| JL 村 vs ETP 村 | -4.470 | <0.001 | JL 村 vs XJ 村  | -4.402 | <0.001 |
| ETP 村 vs XJ 村 | -1.383 | 0.167  | JL 村 vs KS 村  | -6.959 | <0.001 |
| XJ 村 vs KS 村  | -3.060 | 0.002  | ETP 村 vs KS 村 | -0.818 | 0.414  |

注:校正后  $\alpha' = 0.0083$ 。

表 3 与企业不同距离村镇的儿童血铅超标率

| 村镇    | 调查<br>人数 | 超标<br>人数 | 血铅值 $\geq 200 \mu\text{g/L}$<br>的百分率 | $\chi^2$ 值 | P 值    |
|-------|----------|----------|--------------------------------------|------------|--------|
| JL 村  | 79       | 18       | 22.78                                | 49.424     | <0.001 |
| ETP 村 | 64       | 37       | 57.81                                |            |        |
| XJ 村  | 102      | 55       | 53.92                                |            |        |
| KS 村  | 139      | 100      | 71.94                                |            |        |

表 4 与企业不同距离村镇儿童血铅超标率两两比较

| 村镇            | $\chi^2$ 值 | P 值    | 村镇            | $\chi^2$ 值 | P 值    |
|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|
| JL 村 vs ETP 村 | 18.328     | <0.001 | JL 村 vs XJ 村  | 17.935     | <0.001 |
| ETP 村 vs XJ 村 | 0.241      | 0.624  | JL 村 vs KS 村  | 49.023     | <0.001 |
| XJ 村 vs KS 村  | 8.324      | 0.004  | ETP 村 vs KS 村 | 3.988      | 0.046  |

注:校正后  $\alpha' = 0.0083$ 。

### 2.2 不同性别儿童血铅水平

调查结果显示,男童(237 人)血铅水平为 215.91  $\mu\text{g/L}$  (163.95  $\mu\text{g/L}$ , 293.64  $\mu\text{g/L}$ ),女童(147 人)血铅水平为 188.20  $\mu\text{g/L}$  (138.15  $\mu\text{g/L}$ , 247.85  $\mu\text{g/L}$ ),男童血铅水平明显高于女童,差异具有统计学意义( $Z = -3.598$ ,  $P < 0.001$ )。男童中血铅值  $\geq 200 \mu\text{g/L}$  的比例为 61.60% (146 人),女童为 43.54% (64 人),男童明显高于女童,差异有统计学意义( $\chi^2 = 11.950$ ,  $P = 0.001$ )。

### 2.3 不同年龄组儿童血铅水平及铅中毒率比较

调查结果显示,3~7 岁年龄组儿童(150 人)血铅水平为 203.85  $\mu\text{g/L}$  (158.97  $\mu\text{g/L}$ , 283.59  $\mu\text{g/L}$ ),8~14 岁年龄组儿童(234 人)血铅水平为 211.72  $\mu\text{g/L}$  (150.98  $\mu\text{g/L}$ , 274.51  $\mu\text{g/L}$ ),两年龄组儿童血铅水平差异无统计学意义( $Z = -0.385$ ,  $P = 0.700$ )。3~7 岁年龄组儿童中血铅值  $\geq 200 \mu\text{g/L}$  的比例为 54.67% (82 人),8~14 岁年龄组儿童为 54.70% (128 人),两年龄组儿童血铅超标率差异无统计学意义( $\chi^2 < 0.001$ ,  $P = 0.995$ )。

### 2.4 多因素分析

以血铅值为因变量,对不同年龄组儿童铅暴露相关因素进行多重线性回归分析,影响 3~7 岁儿童铅暴露的因素是性别和儿童啃咬手指或其他物品(表 5),影响 8~14 岁儿童铅暴露的因素是性别和儿童吃东西前不洗手(表 6)。

表 5 3~7 岁儿童铅暴露相关多因素分析

| 自变量         | $\beta$ 值 | 标准误差   | t 值    | Sig.   |
|-------------|-----------|--------|--------|--------|
| 常量          | 243.888   | 30.050 | 8.116  | <0.001 |
| 性别          | -34.896   | 16.216 | -2.152 | 0.033  |
| 儿童啃咬手指或其他物品 | 26.183    | 12.366 | 2.117  | 0.036  |

表 6 8~14 岁儿童铅暴露相关因素分析

| 自变量     | $\beta$ 值 | 标准误差   | $t$ 值  | Sig.   |
|---------|-----------|--------|--------|--------|
| 常量      | 321.292   | 28.854 | 11.135 | <0.001 |
| 性别      | -31.911   | 12.963 | -2.462 | 0.015  |
| 吃东西前不洗手 | -22.515   | 9.176  | -2.454 | 0.015  |

### 3 讨论

#### 3.1 我国儿童血铅整体水平呈下降趋势,但涉铅企业周边情况可能仍很严重

从近十年国内有关儿童血铅调查文献结果来看,我国儿童血铅平均值在 40~140  $\mu\text{g/L}$ <sup>[4,5]</sup> 范围内均有报道。近年来,较大范围的儿童血铅调查多集中在城市,如樊朝阳<sup>[6]</sup>等在 2006 年发表的涉及全国 15 个中心城市儿童血铅的调查显示,城市儿童血铅总体均值为 59.52  $\mu\text{g/L}$ ,10.45% 的儿童血铅水平  $\geq 100 \mu\text{g/L}$ 。谈藏文<sup>[7]</sup>等对 16 个城市的儿童血铅调查显示,儿童血铅平均水平为 (45.00  $\pm$  2.05)  $\mu\text{g/L}$ ,血铅值  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  的比例为 7.57%,可见我国儿童血铅水平整体呈现下降趋势。本次调查某企业 5 km 范围内 384 名儿童血铅平均水平为 208.62  $\mu\text{g/L}$  (155.93  $\mu\text{g/L}$ , 279.47  $\mu\text{g/L}$ )。血铅值  $\geq 100 \mu\text{g/L}$  的比例为 94.53%,血铅值  $\geq 200 \mu\text{g/L}$  的比例为 54.69%。由此可见,在该企业周边儿童血铅水平远高于城市儿童,铅污染情况已非常严重,相关防治工作亟待开展。同时,应加强对我国涉铅企业的监督检查,做好相关职业卫生评价与审查,控制铅对周围环境的影响。此外,还应通过开展相关调查研究掌握铅污染重点地区周边儿童血铅水平,为进一步开展健康促进工作提供依据。

#### 3.2 对于血铅超标的儿童需要科学有效的干预治疗和动态监测

根据我国 2006 年制定的《儿童高铅血症和铅中毒分级和处理原则(试行)》标准,连续两次静脉血铅水平为 100~199  $\mu\text{g/L}$  定义为高铅血症,连续两次静脉血铅水平  $\geq 200 \mu\text{g/L}$  定义为铅中毒。本次调查发现的血铅超标儿童需要进一步明确诊断,开展相关体格检查工作,并严格按照上述标准进行相应的干预,包括脱离铅污染源、卫生指导、营养干预和驱铅治疗等干预措施,同时还需要对干预效果进行动态的监测和评价。此外,为全面了解该地区敏感人群血铅水平,相关普查工作也亟待开展,做到早发现、早诊断、早治疗。

#### 3.3 影响涉铅企业周边儿童血铅水平的因素

通过本次调查发现,该企业周边儿童血铅水平与住所和该企业的相对位置有一定关系,距离企业 >4 km 的儿童无论血铅水平还是血铅超标率都明显低于距离企业 4 km 范围内的儿童,但是结果也显示距离企业 3~4 km 的 KS 村儿童血铅水平和血铅超标率要明显高于距离企业更近的 XJ 村。提示该类型企业周边儿童血铅水平并非与其住所和企业的距离呈单纯

的正相关。调查发现,与 XJ 村相比,KS 村与该镇的交通主干道距离更近,而此道路是该企业向外运输矿石的主要通道,运输过程中的遗撒可能也是影响周边儿童血铅的因素之一。同时,除住所外,幼儿园或学校也是儿童的主要活动地点,这些场所与企业的相对位置对儿童血铅水平的影响尚需进一步调查研究。尽管我国已全面推广无铅汽油,但是之前含铅汽油的累积影响可能还需要考虑,这也为今后对于该类型涉铅企业的相关防护和治理工作提供了一定的启示。

本次研究发现,在该企业周边儿童中,男童的血铅水平和血铅值  $\geq 200 \mu\text{g/L}$  的比例均明显高于女童,这与国内大多调查结果保持一致<sup>[7,8]</sup>。表明无论是在城市还是在涉铅企业周边,男童较女童更易受到铅污染的危害,多数学者认为与男童更顽皮、多动有关<sup>[6,7]</sup>。此外,本研究也对儿童铅暴露相关的影响因素进行了调查,结果发现儿童啃咬手指或其他物品也是儿童铅暴露的危险因素,儿童吃东西前洗手是儿童铅暴露的保护因素,这与国内外已有的相关调查结果类似<sup>[6,9]</sup>,可以为开展周边相关防治工作提供参考和依据。而在家庭情况、儿童喂养和饮食习惯方面,通过此次调查并没有发现对儿童血铅水平有明显影响,这是否与该类型企业周边的特殊环境及儿童整体血铅水平较高有关,还需要进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 颜崇淮,吴胜虎,沈晓明,等.上海市推广使用无铅汽油对儿童血铅水平影响的追踪调查[J].中华流行病学杂志,2002,23(3):172-174.
- [2] 楼蔓藤,秦俊法,李增禧,等.中国铅污染的调查研究[J].广东微量元素科学,2012,19(10):15-34.
- [3] 王玲芬,谢明.对多起铅污染中毒事件处理的体会与思考[J].中国卫生监督杂志,2011,18(5):485-487.
- [4] 王波,牛海青,蒋玉红,等.青岛市 0~7 岁儿童血铅水平测定及影响因素分析[J].医学检验与临床,2009,20(2):37-39.
- [5] 唐梅.达州市城区学龄前儿童血铅水平调查[J].职业卫生与病伤,2007,22(2):106-108.
- [6] 樊朝阳,戴耀华,谢晓桦,等.中国 15 城市 0~6 岁儿童铅中毒影响因素的研究[J].中国儿童保健杂志,2006,14(4):361-363.
- [7] 谈藏文,戴耀华,谢晓桦,等.中国部分城市儿童血铅状况及其影响因素[J].中华儿科杂志,2011,49(4):294-300.
- [8] 陈欣欣,滕红红,王凤芝,等.北京市 0~6 岁儿童血铅水平与相关影响因素的研究[J].中华流行病学杂志,2003,24(10):868-871.
- [9] Gulson B, Korsch M, Matison M, et al. Windblown lead carbonate as the main source of lead in blood of children from a seaside community: an example of local birds as "canaries in the mine" [J]. Environ Health Perspect, 2009, 117(1):148-154.

欢迎投稿、订阅、发布广告