

铝厂不同作业环境对工人免疫功能及微量元素的影响

王清海¹, 韦小敏², 莫立凤¹, 陆继培², 黄意府¹, 黄波³

(1. 广西平果铝业公司职工医院, 广西平果 531400; 2. 广西医科大学劳卫教研室, 广西南宁 530021; 3. 上海医科大学劳卫教研室, 上海 200032)

摘要: 目的 探讨铝厂不同作业环境对工人免疫功能及微量元素含量的影响。方法 对某铝厂的铸造、净化、电解和计控(对照)车间男性作业工人各24名进行免疫功能及微量元素含量检测。结果 铸造(接铝组)和净化车间工人(接铝+氟组)血清IgA含量升高, IgM含量和淋巴细胞计数降低。电解车间工人(接铝+氟+磁场组)血清IgA、IgG含量和淋巴细胞计数升高, 该3组工人全血铝、铁、锰、铜、镁含量和尿氟有不同升高。结论 接触低浓度铝、氟主要引起IgA升高, IgM含量和淋巴细胞计数下降, 血铝负荷升高和尿氟排出增加。接触磁场引起IgG和淋巴细胞计数升高。接触铝、氟、稳态磁场均会引起全血铁、锰、铜、镁等微量元素的改变。

关键词: 铝; 氟; 磁场; 免疫; 微量元素

中图分类号: R446.6; O612.3; O612.7 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2000)03-0141-03

Effects of different working environment on immune function and trace elements of employees in an aluminum refinery

WANG Qing-hai¹, WEI Xiao-min², MO Li-feng¹, LU Ji-pei², HUANG Yi-fu¹, HUANG Bo³

(1. Workers' Hospital of Pingguo Aluminum Corporation, Guangxi 531400, China; 2. Department of Occupational Health, Guangxi Medical University, Nanning 530000, China; 3. Department of Occupational Health, Shanghai Medical University, Shanghai 200032, China)

Abstract: **Objective** To study the effects of different working environment on immune function and trace elements in employees of an aluminum refinery. **Methods** Immune function and whole blood trace elements were determined for 24 employees working in the workshops of foundry (exposed to aluminum), purification (exposed to aluminum and fluoride), electrolysis (exposed to aluminum, fluoride and magnetic field) and computer control room (control group) each in an aluminum refinery. **Results** Serum content of immunoglobulin A (IgA) increased and that of immunoglobulin M (IgM) and lymphocyte count decreased in the workers of foundry and purification workshops. Serum levels of IgA and IgG and lymphocyte count increased in the workers of electrolysis workshop. Whole blood levels of aluminum, iron, manganese, copper and magnesium and urine level of fluoride all increased to varied extent in the workers of these three groups. **Conclusion** Exposure to low-level aluminum and fluoride could cause increase in IgA, decrease in IgM and lymphocyte count, and increase in blood aluminum load and excretion of urine fluoride. Exposure to magnetic field could cause increase in IgG and lymphocyte count. Exposure to aluminum, fluoride and magnetic field in a stable status could cause changes in whole blood levels of iron, manganese, copper and magnesium, et al.

Key words: Aluminum; Fluoride; Magnetic field; Immune; Trace element

研究表明, 长期暴露于高浓度氟的作业环境使工人免疫功能抑制^[1]; 染氟可引起大鼠免疫功能下降, 同时血清某些微量元素含量也发生改变^[2]; 我们先前的研究观察到, 暴露于电解铝作业环境, 小鼠免疫功能可呈双相效应^[3]。为了解铝、氟、磁场因素对接触

人群的免疫功能的影响, 本文对某铝厂不同作业环境工人免疫系统功能和微量元素含量进行了研究。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取某铝厂铝铸造、净化、电解和计控车间男性作业工人各24名分别作为铝、铝+氟、铝+氟+磁场和对照组。各组工人的年龄、工龄、生活习惯情况相近。

1.2 作业环境空气中铝、氟、磁场的测定

在上述各车间工人操作位点各设4个采样点, 每点采2个样, 每天采2次, 连续2天。其中铝用原子

收稿日期: 1999-07-22; 修回日期: 1999-11-16

基金项目: 广西卫生厅科研课题〔桂卫科(1998)30号〕

作者简介: 王清海(1964—), 男, 湖南人, 副主任医师, 主要从事工业卫生职业病防治研究工作。

吸收分光光度法测定（日立 Z-6000/7000 型偏振塞曼原子吸收分光光度计，日立公司产），氟浓度用离子选择电极法测定（国产 WL-15 型微电脑离子计），磁场强度用国产 CT3 型特斯拉计测定。

1.3 生物样品免疫功能及微量元素含量的测定

采集工人晨尿 100ml，抽取上班前外周血 6ml 分别作免疫功能测定和微量元素含量测定。血清中 IgG、IgA、IgM、补体 C₃、C₄ 测定用散射比浊法测定（QM300 比浊仪，法国巴斯德公司产，科华生物制品公司提供试剂盒），全血和尿中微量元素含量用 ICP 等离子体发射光谱仪测定（JY70-PI 高能电感耦合等离子体发射光谱仪，法国科梅夫公司产），尿氟测定用氟离子选择电极法（尿中含量用相对密度法校正）。

1.4 数据分析

采用华西医大的 PEMS 软件进行 *t* 检验。

2 结果

表 1 铝厂不同作业对工人免疫功能影响测定结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	IgG (g/L)	IgA (g/L)	IgM (g/L)	C ₃ (mg/L)	C ₄ (mg/L)	IC (%)
计控	10.25±2.08	1.26±0.29	1.50±0.48	791.4±116.2	367.8±65.6	44.75±10.76
铸造	10.68±1.91	1.53±0.42*	1.20±0.38*	756.1±123.2	374.4±78.2	35.46±8.30**
净化	10.37±2.87	1.51±0.42*	1.22±0.28*	826.4±236.6	375.5±95.7	37.08±9.40*
电解	12.05±3.12*	1.45±0.28*	1.32±0.38	796.4±132.7	363.4±60.4	55.63±13.69**

注：各组 *n*=24；与计控车间比较，**P*<0.05 ***P*<0.01（以下各表注同此）。

2.3 铝厂不同作业环境对工人全血微量元素含量的影响

表 2 的数据表明，与计控车间比较，铸造车间工人全血铝、铁、锰含量升高较明显；净化车间工人全

2.1 车间空气中铝、氟、磁场强度测定

测得铸造车间铝浓度为 2.71mg/m³（2.06 ~ 3.53mg/m³），氟和稳态磁场未能测出；净化车间铝浓度为 3.28mg/m³（2.80 ~ 4.62mg/m³），氟浓度为 0.35mg/m³（0.29 ~ 0.43mg/m³），稳态磁场未检出；电解车间铝浓度为 2.92mg/m³（1.98 ~ 3.77mg/m³），氟浓度为 0.25mg/m³（0.17 ~ 0.43mg/m³），稳态磁场强度为 103Gs（96 ~ 118Gs）；计控车间铝、氟、稳态磁场均未测出。

2.2 铝厂不同作业环境对工人免疫功能的影响

由表 1 可见，与计控（对照组）比较，铸造、净化车间工人血清 IgA 含量明显升高，IgM 含量和淋巴细胞计数明显下降；电解车间工人血清 IgG、IgA 含量、淋巴细胞计数明显升高。补体 C₃、C₄ 含量各组间比较差异不明显。

血中铝、铁、铜含量明显升高；电解车间工人全血铝、铁、铜、锰、镁含量明显升高。血锌、钙含量各组间无明显差异。

表 2 铝厂不同作业对工人全血微量元素含量测定结果 ($\bar{x} \pm s$)

组别	Al (μmol/L)	Fe (mmol/L)	Zn (μmol/L)	Cu (μmol/L)	Ca (mmol/L)	Mn (μmol/L)	Mg (mmol/L)
计控	21.13±7.41	3.58±1.29	85.51±11.78	6.77±2.20	1.14±0.13	8.37±0.91	0.98±0.13
铸造	28.73±9.64**	4.45±1.34*	86.13±11.47	9.44±6.30	1.21±0.10	9.10±1.09*	1.03±0.16
净化	32.99±14.83**	4.72±1.56*	84.60±20.96	10.07±5.19**	1.14±0.21	9.10±2.00	1.02±0.20
电解	26.69±9.64*	4.57±1.45*	94.23±19.28	8.03±1.73*	1.18±0.12	9.28±1.46*	1.09±0.23*

2.4 铝厂不同作业环境对工人尿中微量元素含量的影响

测定结果显示，计控车间工人尿氟含量为 70.53μmol/L，净化和电解车间工人尿氟含量均明显增高，为 102、145μmol/L（*P*<0.05 和 *P*<0.01），铝铸造车间工人尿氟含量无明显改变。尿铝、铁、锌、铜、钙、锰、镁含量各组间比较差异均无显著意义。

3 讨论

据报道高浓度氟接触对人群和实验动物均呈现不同程度的免疫抑制效应，其机理可能与免疫细胞的损

伤、阻碍细胞内蛋白质的合成和影响免疫因子的分泌有关。例如，氟可引起实验大鼠胸腺、脾脏蛋白合成下降、脾脏细胞分泌 IL-2 mRNA 含量下降并导致 IL-2 数量减少^[1,2]。Kathpalia 等人的动物实验结果也表明，以 50mg/kg NaF 染氟 165 天可使家兔脾蛋白含量下降三分之二^[4]。本次调查也发现净化车间接氟工人血清中 IgM 和淋巴细胞计数明显下降，提示氟可能干扰 IgM 及淋巴细胞在脾脏、胸腺和淋巴结的合成与增殖；工人健康体检时也显示氟作业工人上呼吸道炎症发病率显著高于对照组，而血清 IgA 含量升高可能与

机体对呼吸道炎症的局部免疫反应性升高有关。

铝对免疫系统影响的研究报告不多,我们先前的动物实验表明,用 AlCl_3 以 $50、100\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 剂量染铝 2 周后,小鼠的 T 淋巴细胞数、脾 PFC 数和脾淋巴细胞增殖值均明显降低^[5]。本次研究发现铝铸造车间工人血清 IgM 和淋巴细胞数显著下降,与动物实验的结果相吻合,但血清 IgA 含量升高是否与呼吸道炎症的局部免疫反应性升高有关还有待进一步探讨。

磁场对机体免疫系统影响的研究结果颇不一致,有实验表明,在超低频强磁场作用下,小鼠 HC_{50} 的 OD 值明显地低于对照组,但在弱磁场长期暴露下却有免疫增强作用^[6];本实验结果也表明,在稳态磁场作用下呈现类似的双相免疫效应^[3]。另有报道,在 80mT 稳态磁场作用下可以提高荷瘤小鼠的免疫功能,其 T 淋巴细胞功能提高 2.4 倍、含量提高 1.3 倍^[7]。本次人群调查结果则显示,电解车间工人在约 10mT 稳态磁场作用下会引起 IgG、IgA 和淋巴细胞数明显升高,这种效应的机理尚不明,但提示人体对磁场的免疫效应可能要比小鼠更为敏感。

有研究表明,以 $180\text{mg}/\text{L}$ NaF 溶液喂饲大鼠 2 个月,可导致大鼠血清铜、锌、镁含量呈下降趋势,其中锌的下降有显著意义,并认为锌下降可使淋巴细胞内多种生物大分子合成酶活性发生改变^[2]。本研究发现接氟组工人全血铜、铁含量明显升高,而锌、钙、镁含量无明显改变,可能与种属差异或接触浓度不同

有关。Gorsky 等的实验结果表明经肾脏排出的铝仅为摄入铝的很小部分,而胆汁分泌是机体清除铝的主要途径^[8];本研究结果也发现接铝组工人血铝升高但尿铝并不升高,表明铝不以肾排出为主。另外发现接铝组工人全血铁、锰含量升高,磁场组工人全血铁、铜、锰、镁含量升高,但这些元素在尿中含量并不升高,提示接触铝和稳态磁场会引起这些元素在体内的重新分布,它们在血中可能是以结合形态存在,其生物学意义尚值得进一步探讨。

参考文献:

- [1] 沈凌汛, 刘建东, 陈荣安, 等. 氟暴露对工人血清免疫球蛋白和微量元素的影响及“抗氟灵”的拮抗作用研究 [J]. 中国工业医学杂志, 1996, 9 (6): 325~327.
- [2] 王胜, 石行军, 胡超, 等. 氟致大鼠免疫系统的损害及其机制探讨 [J]. 职业医学, 1997, 24 (2): 16~17.
- [3] 韦小敏, 黄波, 王清海, 等. 氟、铝、强磁场对小鼠免疫功能的联合作用 [J]. 职业医学, 1998, 25 (3): 17~18.
- [4] Kathpalia A, et al. Effect of sodium fluoride on tissue protein in rabbit [J]. Fluoride, 1978, (3): 125.
- [5] 黄波, 韦小敏, 陆继培, 等. 三氯化铝对小鼠免疫功能影响的研究 [J]. 卫生毒理学杂志, 1998, 12 (3): 190~192.
- [6] 孙云汉, 龙建秋, 刘晓平, 等. 磁场对小鼠免疫功能的影响 [J]. 上海免疫学杂志, 1990, 10 (3): 145.
- [7] 丁翠兰, 王胜军, 陈森, 等. 磁场对荷瘤小鼠免疫功能的影响 [J]. 中国医学物理学杂志, 1998, 15 (2): 88~90.
- [8] Gorsky JE, Dietz AA, Spencer H, et al. Metabolic balance of aluminum studied in six men [J]. Clin Chem, 1979, 25 (10): 1739~1743.

442 例急性中毒分析

刘恩权¹, 赵 钰¹, 魏 荣¹, 刘 杰²

(沈阳医学院附属中心医院, 110024; 2. 沈阳重型机器厂职工医院, 110024)

本组 442 例急性中毒, 有机磷杀虫剂中毒 62 人 (占 14.02%), 安定药物中毒 15 人 (占 3.39%), 水源污染中毒 219 人 (占 49.55%), 食物中毒 146 人 (占 33.04%)。其中男性 130 人, 女性 312 人; 年龄 11~22 岁 437 人 (占 98.87%), 50 岁以上 5 人, 占 1.13%。有机磷杀虫剂中毒, 轻度中毒 51 人 (占 82.22%), 中度中毒 11 人 (占 17.78%); 中毒至就诊时间 2~5 小时。安定药物中毒, 年龄 11~12 岁, 中毒至就诊时间 1.5~2 小时, 剂量为安定 10~30 片。水源污染中毒, 中毒至就诊时间 2~4 小时, 病原菌培养为致病性大肠杆菌生长。食物中毒, 年龄 18~25 岁, 中毒至就诊时间 3~10 小时, 病原菌培养为沙门氏菌属肠炎沙门菌。

讨论 本组急性中毒例数较多, 442 例均为集体中毒, 超过 50 人以上大型中毒 4 起。特别是集体自服安定药片中毒较少见。有机磷杀虫剂中毒 62 人均均为食用被农药污染的新鲜蔬菜而发病, 这一农药中毒的新途径应值得重视。水源和食物中毒病例, 均为外地民工和合资独资企业员工, 主要原因为卫生条件差和临时指派缺少卫生常识的饮服人员上岗加之劳动强度大、防御机能随之下降, 相对易感性增强。

有机磷农药和安定药物中毒的患者均首诊于肠道门诊。因此要求肠道门诊的医生要熟知各种急性中毒的诊治原则。各种急性中毒的治疗方案目前已十分成熟, 及时诊断、仔细观察, 强调早期维护呼吸循环是抢救不可忽视的重要环节。此外, 早期明确毒物种类, 对早期治疗起着主导作用。本组 442 例中毒病例中, 只有 9 人出现轻微并发症, 无 1 例死亡, 全部治愈, 这与早期明确诊断, 早期治疗、早期防止并发症及早期应用特异性解毒剂有关。

本组病例中有 15 人为安定药物中毒, 年龄 11~12 岁, 均为学龄儿童, 这提示家长和学校要增加少儿心理卫生健康教育的内容, 减少这类集体中毒的发生。