

蓄电池制造业铅中毒的控制与消除

王龙义, 张文, 李登久, 夏猛, 于平

(淄博市疾病预防控制中心, 山东 淄博 255026)

摘要: 目的 探讨蓄电池制造业铅中毒的预防控制措施及消除铅中毒的可能性。方法 对淄博某蓄电池厂 1951 年建厂以来铅中毒预防控制措施、工作场所空气中铅浓度的检测资料、铅作业人员的铅中毒发病情况等, 采用相关分析和曲线拟合等方法进行统计学分析。结果 对该厂 1951 年至 2005 年铅中毒预防控制措施效果的分析表明, 在开展铅中毒防护措施前, 工作场所空气中铅平均浓度 13.53 mg/m^3 ; 到 70 年代末和 80 年代末, 平均浓度分别降至 1.00 mg/m^3 和 0.50 mg/m^3 以下; 90 年代后, 平均浓度降至 0.30 mg/m^3 左右。铅中毒患病率由 38.27%, 70 年代末和 80 年代末分别降为 2.00% 和 1.00% 左右。铅中毒的平均发病工龄由 4.2 年延长为 6.8 年。1992 年以后铅作业人员未发生铅中毒。分析结果显示工作场所铅浓度与铅中毒患病率总体上呈密切的对数正相关, r 为 0.748 8, F 值为 40.837 1 ($P=0.000 0$)。结论 该厂经过 50 年来建立起的一套适合生产并预防控制铅中毒的措施, 有效地控制了铅危害, 消除了铅中毒。

关键词: 蓄电池; 铅中毒; 控制; 消除

中图分类号: R135.11 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X (2007)05-0296-04

Control and elimination of lead poisoning in manufacturing industry of storage battery

WANG Long-yi, ZHANG Wen, LI Deng-jiu, XIA Meng, YU Ping

(Zibo Municipal Center for Disease Control and Prevention, Zibo 255026, China)

Abstract: **Objective** To explore the possibility of control and elimination of lead poisoning in manufacturing industry of storage battery. **Method** The correlative analysis and curve fitting methods were used to analyze the preventive and control measures on lead poisoning, the air concentration of lead in workplace and the incidence of lead poisoning in lead workers etc. in battery factory that built since 1951 in Zibo. **Result** The retrospective analysis on the data from 1951 to 2005 showed that before the preventive measures were taken, the average lead concentration in workplace was 13.53 mg/m^3 ; after taking preventive measures during the end 1970s, the average air concentrations were decreased to 1.00 mg/m^3 and 0.5 mg/m^3 during 1970s and 1980s respectively, after 1992, the average concentration further decreased to 0.3 mg/m^3 . As the result of these progress, the incidence rates of lead poisoning were decreased from 38.27% to 2.00% and 1.00% respectively, and no lead poisoning case occurred at all after 1992. Additionally, the average onset length of service was obviously prolonged from 4.2 years to 6.8 years. The results showed as well, that there was a close log positive correlation between air lead concentration and the prevalence of lead poisoning $r=0.748 8$, $F=40.837 1$ ($P=0.000 0$). **Conclusion** It is definite, that the preventive or control measures on lead poisoning established during 50 years is suitable and effective, and the lead poisoning is controled or eliminated.

Key words: Storage battery; Lead poisoning; Control; Elimination

职业性铅中毒在我国仍占慢性职业中毒的首位^[1]。50 多年来, 关于铅中毒的研究报道资料较多^[2~7], 铅中毒的预防和控制工作取得了很大成效, 其中工艺改革和加强监督管理起到了重要作用^[6]。淄博某蓄电池厂建厂初期, 铅的危害相当严重, 铅中毒患病率高达 38.27%。经过近 40 年不断地进行工艺改革和采取卫生技术、管理措施, 消除了铅中毒。本文通过对该厂采取的综合措施控制铅中毒效果的研究, 探讨蓄电池制造业消除铅中毒的可能性。

1 对象与方法

1.1 对象与资料来源

淄博某蓄电池厂 1951 年建厂以来使用铅的工作场所和接触铅的生产作业人员。该厂产品为铅酸蓄电池, 金属铅是其主要原材料。接触铅的作业包括冶板、丹粉、涂板、灌粉、化成和装配等, 其中冶板和化成接触铅烟, 丹粉、涂板、灌粉、装配主要接触铅尘。资料来源包括建厂以来有关铅中毒的文件和采取的铅中毒预防控制措施、1955 年以来的工作场所空气中铅浓度的检测资料、铅作业人员的健康体检和铅中毒发病情况等。

1.2 铅的测定及铅中毒的诊断标准

工作场所空气中铅烟(尘)用微孔滤膜或玻璃纤维滤纸采样。1990 年以前铅烟(尘)的浓度及铅作业人员尿铅的测定采用双硫腠比色法, 之后采用原子

收稿日期: 2006-11-15; 修回日期: 2007-05-08

作者简介: 王龙义 (1963-), 男, 主任医师, 从事职业性有害因素的控制与评价工作。

吸收法。铅中毒的诊断按国家职业性慢性铅中毒诊断标准进行。

1.3 统计分析方法

采用 SPSS For Windows 10.0 软件包, 将历年工作场所空气中铅浓度的检测数据和各工种铅中毒的发病情况等输入计算机, 建立数据库文件, 采用相关分析和曲线拟合等方法进行统计学处理。

2 结果

2.1 铅中毒的预防控制措施

2.1.1 第一阶段 (~1955 年) 无任何预防控制措施, 生产设备简陋, 生产工人为手工操作, 缺乏通风防毒等职业卫生措施和管理制度, 生产管理者 and 生产工人缺乏对铅的危害认识和职业卫生防护知识。

2.1.2 第二阶段 (1956 年至 1991 年) 以不断进行工艺改革和通风排毒为主要措施, 包括: (1) 调整生产工艺流程, 以流水线作业代替了手工操作, 逐步实现了生产工艺的连续化、机械化; (2) 加强通风排毒, 降低工作场所空气中铅浓度; (3) 不断建立和完善各项职业卫生管理措施, 对生产人员进行铅危害知识的培训和教育; (4) 对工作场所空气中铅浓度监督检测, 促进和推动预防控制措施的落实; (5) 定期开展职业性健康体检, 及时发现铅中毒病人, 对其进行驱铅治疗和离岗疗养; (6) 开展调查研究, 指导和改进铅中毒预防控制措施。

2.1.3 第三阶段 (1992 年 ~) 为完善生产工艺和综合职业卫生措施阶段, 实现了丹粉制造、涂板的合膏等部分工序的自动化和密闭化操作; 建立和健全了铅中毒治疗和疗养制度, 开展职业健康促进工作, 建立了职业安全健康管理体系, 形成了比较完善的职业卫生管理制度。

2.2 工作场所空气中铅浓度及其变化趋势

从 1955 年至 2005 年, 共测定 2 518 个铅烟 (尘) 样品, 铅平均浓度 0.81 mg/m^3 , 其中铅烟 998 个样品, 平均浓度 0.36 mg/m^3 ; 铅尘 1 520 个样品, 平均浓度 1.05 mg/m^3 。1955 年至 60 年代中期铅浓度下降较快, 之后在波动中下降; 至 70 年代末期, 平均浓度降至 1.00 mg/m^3 以下; 80 年代末期降至 0.50 mg/m^3 以下; 进入 90 年代后降至 0.30 mg/m^3 左右。铅浓度的变化趋势如图 1 所示。三个阶段铅浓度的测定结果为: 第一阶段共测定 7 个样品, 铅浓度 $7.51 \sim 25.17 \text{ mg/m}^3$, 平均浓度 13.53 mg/m^3 ; 第二阶段各年度铅浓度在波动中下降, 共测定 1 286 个样品, 铅浓度 $0.01 \sim 83.51 \text{ mg/m}^3$, 平均 1.24 mg/m^3 , 至 80 年代末期基本在 0.50 mg/m^3 以下; 第三阶段铅浓度进一步下

降, 共测定 1 225 个样品, 铅浓度 $0.00 \sim 9.41 \text{ mg/m}^3$, 平均浓度降至 0.29 mg/m^3 。

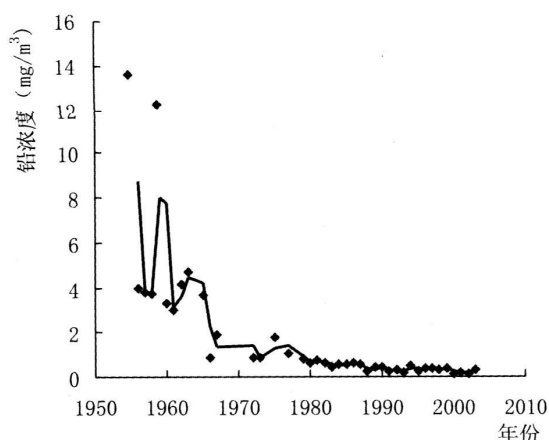


图 1 1950 ~ 2005 年作业场所空气中铅浓度的变化趋势

2.3 铅中毒的发病情况及其变化趋势

从 1955 年至 2005 年共对 12 605 人次的铅作业人员进行了健康体检, 铅中毒 377 人次, 铅中毒患病率为 2.99%, 平均发病工龄 6.3 年, 结果见表 1。在 1955 年第一阶段铅中毒的发病情况非常严重, 81 名铅作业人员的铅中毒患病率为 38.27%, 平均发病工龄 4.2 年; 在新入厂 1 年内的 22 名工人中, 有 3 人发生铅中毒; 该阶段的显著特点是发病早、患病率高。第二阶段铅中毒患病率逐年下降, 在 70 年代和 80 年代末期分别降至 2.00% 和 1.00% 左右; 铅中毒平均发病工龄延长至 6.8 年。从 1992 年以来的第三阶段, 铅作业人员未发生铅中毒。

2.4 铅浓度与铅中毒患病率的曲线拟合及相关分析

以工作场所空气中铅浓度为自变量, 铅中毒患病率为因变量, 进行曲线拟合和相关分析。根据绘制的散点图和曲线拟合的参数比较, 选择拟合对数曲线模型进行分析。结果为工作场所空气中铅浓度与铅中毒患病率总体上呈密切的对数正相关, 相关系数 r 为 0.748 8, F 值为 40 837.1 ($P=0.000 0$)。按工作场所中空气铅的存在形式, 将铅作业人员分为铅烟组和铅尘组, 铅烟和铅尘的浓度与铅中毒患病率均呈密切的对数正相关, 相关系数 r 分别为 0.803 9 和 0.837 6, F 值分别为 54.795 6 和 68.155 7, P 值均为 0.000 0。见表 2。

2.5 综合职业卫生措施的效益分析和长期效果

在建厂初期对于铅危害缺乏认识, 其铅中毒患病率高达 38.27%。在随后的 30 多年中, 随着一系列铅中毒的预防控制措施的实施, 铅中毒的患病率逐年下降, 使许多铅作业人员免受铅中毒的危害。第二阶段

表 1 各年代主要工种铅作业人员铅中毒发病情况

时间 (年)	体检 人数	中毒 人数	发病率 (%)	发病工龄 (年, $\bar{x}\pm s$)	冶板		丹粉		涂板		灌粉		化成		装配	
					中毒人数	%	中毒人数	%	中毒人数	%	中毒人数	%	中毒人数	%	中毒人数	%
~1955	81	31	38.27	4.2±2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1956~1960	774	111	14.34	5.4±3.3	23	21.70	24	46.15	14	18.18	7	15.22	17	16.04	15	25.00
1961~1965	820	88	10.73	4.9±2.2	8	6.15	3	3.33	31	20.26	10	18.87	19	17.92	4	4.35
1966~1970	436	30	6.88	6.9±1.8	4	4.35	3	5.17	8	8.99	2	4.26	3	4.25	6	7.50
1971~1975	1 154	41	3.55	9.6±4.9	8	3.85	5	7.14	8	6.06	4	4.82	9	6.57	5	2.63
1976~1980	1 039	22	2.12	9.1±4.2	0	0	2	3.77	1	1.08	2	4.55	11	9.48	4	3.25
1981~1985	1 844	33	1.79	9.5±4.5	2	0.68	0	0	0	0	8	7.34	14	6.54	9	3.96
1986~1990	1 878	19	1.01	8.5±6.3	0	0	0	0	0	0	8	4.02	8	2.84	3	1.02
1991~1995	1 550	2	0.13	6.5±2.1	0	0	0	0	0	0	1	0.68	0	0	1	0.26
1996~2000	1 528	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001~	1 301	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	12 605	377	3.06	6.3±3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 2 工作场所空气中铅浓度与铅中毒患病率的
曲线拟合与相关分析

组别	铅浓度 (mg/m ³)	患病率 (%)	回归方程	相关系数 (r)	F 值	P 值
平均	0.81	2.99*	$y=5.5408\ln(x)+6.4198$	0.7488	40.8371	0.0000
铅烟组	0.36	2.99	$y=3.4708\ln(x)+7.3339$	0.8039	54.7956	0.0000
铅尘组	1.05	3.00	$y=4.7157\ln(x)+4.6459$	0.8376	68.1557	0.0000

*包括 1955 年的发病人数

共对 8 315 名铅作业人员进行了职业健康体检, 铅中毒患病率平均为 4.16%, 铅中毒患病率下降了 34.11%, 因此第二阶段累积受保护不发生铅中毒的人数达 2 836 人(某阶段铅中毒人数与该阶段职业健康体检人数和上一阶段铅中毒患病率的乘积的差即为该阶段与上一阶段相比所保护的人数), 铅中毒的预防控制效果十分显著。第三阶段(截止 2005 年)共对 4 209 名铅作业人员进行了职业健康体检, 未发现铅中毒人员, 与第二阶段相比, 铅中毒患病率下降了 4.16%, 第三阶段累积保护不发生铅中毒的人数为 175 人。

从 80 年代以来, 丹粉和涂板 2 个工种均未发生铅中毒, 1992 年后所有的工种已连续 14 年未发生铅中毒, 超过了 11.2 年的最长平均发病工龄, 并且进入 90 年代后, 各工种工作场所空气中铅浓度继续稳定下降, 接近了国家职业接触限值, 表明该厂的铅中毒已得到有效控制。

3 讨论

控制职业性铅中毒的措施有两个方面, 一是不接触, 二是少吸收。前者需要作业人员与生产中产生的

铅烟(尘)完全脱离接触, 这样可有效的预防控制和消除职业性铅中毒, 但是投入高, 成本昂贵; 后者是在有效降低工作场所空气中铅烟(尘)浓度的前提下, 加强职业卫生综合措施, 减少吸收, 以控制职业性铅中毒的发生, 这是目前我国工业企业的最优选择。淄博某蓄电池厂经过数十年来不懈的努力, 逐步建立起了一套适合生产的综合职业卫生措施预防控制铅中毒, 并取得了显著的成效。

淄博某蓄电池厂职业性铅中毒的预防控制是从职业健康监护和开展工作场所空气中铅浓度的检测开始的。建厂初期, 工作场所缺乏防护措施, 并且均为手工操作, 其特点是铅浓度高、发病早(平均发病工龄为 4.2 年)、患病率高。这种状况引起了该厂高度重视, 开始改革和调整生产工艺流程, 加强通风排毒等, 建立有关的职业卫生各项管理制度, 很快收到了显著的效果, 当年工作场所空气中铅浓度就下降到了 3.94 mg/m³, 铅中毒患病率也在第二年下降到了 4.55%。随着各项预防措施的不断实施, 工作场所空气中铅浓度和铅中毒患病率在波动中逐年下降, 经过 30 多年的努力, 完善了一系列铅危害综合预防措施, 工作场所空气中铅浓度降到了 1.0 mg/m³ 以下, 自从 1992 年以来未再发生铅中毒, 表明铅危害已被有效控制。

综合职业卫生措施是控制和消除铅中毒的有效措施。开展健康教育和健康促进工作, 建立职业安全健康管理体系, 生产人员铅中毒危害的认识和自觉采取防护措施的意识得到提高, 减少了铅的吸收, 铅的危害因此而得到了有效的控制。若铅中毒患病率控制在 1% 以内^[8], 按回归方程计算得出工作场所空气中铅烟和铅尘浓度应分别低于 0.16 mg/m³ 和 0.46 mg/m³,

此理论值仍远远高于国家职业卫生标准。淄博某蓄电池厂至今已连续 14 年没有发生铅中毒, 工作场所空气中铅浓度仍高于国家职业卫生标准数倍或数十倍。因此我们认为, 工作场所空气中铅浓度符合职业接触限值的要求固然是消除铅中毒的根本途径, 但在加强工艺改革和通风排毒, 降低铅浓度的同时, 逐步建立和完善其他职业卫生措施对于消除铅中毒也起到十分重要的作用。

淄博某蓄电池厂消除铅中毒是经过几十年长期不懈的努力而实现的。由该厂消除职业性铅中毒的实例和成功的经验可以认为, 在目前还不能完全实现自动化、密闭化的蓄电池制造业, 预防控制职业性铅中毒的综合职业卫生措施在技术上完全可以达到有效控制和消除铅中毒的目标, 在我国目前的经济和技术条件下是完全切实可行的。

高压氧治疗正己烷中毒性周围神经病疗效分析

李秋萍

(宜春市人民医院, 江西 宜春 336000)

职业性正己烷中毒是我国近年来新出现的职业中毒。正己烷主要用做溶剂, 用于配制粘胶以粘合鞋革、箱包。正己烷可经呼吸道、消化道、皮肤进入机体, 慢性毒作用主要为多发性周围神经病变。我院 2003 年收治 4 例正己烷中毒性周围神经病患者, 经高压氧综合治疗取得满意疗效, 现分析报告如下。

1 一般资料

4 例为 2003 年 3~6 月住院患者, 其中女性 3 例、男性 1 例, 年龄 18~28 岁。患者均为在沿海某鞋厂的务工人员, 接触含有正己烷的粘鞋“白胶”2 月~1 年多, 车间通风不良, 无个人防护措施。

2 临床表现与诊断

患者入院时自觉双下肢乏力, 远端麻木感, 并逐渐加重, 尤其在活动后更加明显, 均不能行走, 后又出现双上肢乏力和麻木, 并由手的远端渐及近端。有时出现头昏, 食欲减退。查体: 心肺均未见异常, 四肢肌力近端 III~IV 级, 远端 II~III 级; 生理反射减弱, 病理反射未引出, 1 例患者均出现大小鱼际肌萎缩。肌电图显示, 右大鱼际肌、右小拇展肌、右股四头肌、左胫前肌等神经原性病损。表现肌肉在安静时出现自发电位, 如正锐波、纤颤电位, 小力收缩时运动单位平均时限延长、多相电位增多, 大力收缩时呈混合相。根据 GBZ84—2002《职业性慢性正己烷中毒诊断标准》, 患者有长时间接触正己烷

参考文献:

- [1] 何凤生. 中华职业医学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999: 215.
- [2] 赵金垣. 我国金属中毒研究的回顾和展望 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2002, 20: 321-322.
- [3] 孙东红, 林瑾葆, 周宏东, 等. 铅作业工人卫生行为干预措施研究及效果评价 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2002, 20: 336-339.
- [4] 姜松堂, 吴凤霞. 某蓄电池厂二十一年铅浓度与铅中毒的动态分析 [J]. 广东微量元素科学, 1999, 6: 40-42.
- [5] 董智伟, 黄振, 俞天民, 等. 上海市英达尔蓄电池有限公司铅中毒防治调查及其对策研究 [J]. 劳动医学, 1994, 6: 13-16.
- [6] 王世俊. 铅中毒研究思路一瞥 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1994, 12: 65-66.
- [7] 王簪兰. 工业铅中毒研究进展 [J]. 工业卫生与职业病, 2001, 27: 309-313.
- [8] 蒋绪亮, 张仲平, 张倩, 等. 铅中毒发病与铅烟(尘)浓度关系的调查研究 [J]. 工业卫生与职业病, 1990, 16: 330-333.

的职业史, 出现以多发性周围神经损害为主的临床表现, 结合心电图检查及作业场所的卫生学资料, 并排除了其他原因所致类似疾病后, 本组 4 例患者均诊断为慢性正己烷中毒。

3 治疗

在给予神经营养剂(如弥可保)并根据病情进行四肢功能锻炼的同时, 行高压氧治疗。采用 NG200/450A 型 6 人空气加压舱, 压力为 0.2 MPa, 每天 1 次, 10 次为 1 疗程, 要求 3 个疗程以上。按程序将氧舱启动, 患者进舱后加压速度先慢后快, 当压力升到 0.06 MPa(表压)时速度可快些, 总升压时间控制在 10~15 min。当舱内压力升到预定治疗压力值后, 立即关闭加压阀, 进入稳定状态, 通知患者戴好面罩吸纯氧, 并观察患者吸氧效果。稳压阶段要密切注意舱压和氧浓度变化, 随时注意使用排气减压或充气加压, 稳压持续时间一般为 60~80 min, 中间休息 2~3 次, 每次休息 5 min 改吸舱内空气。稳压吸氧结束, 开始减压, 停止吸氧, 减压速度先快后慢, 压力降到 0.06 MPa(表压)后速度减慢, 减压总时间 20~25 min。高压氧治疗的其他要求按常规进行。

4 结果与讨论

4 例患者有 2 例做 3 个疗程, 另 2 例做 1~2 个疗程不等。经过高压氧综合治疗后, 均取得不同程度的好转和恢复, 四肢肌力都有显著改善; 复查肌电图, 自发电位减少或消失, 其它异常肌电指标也有明显改善。一般在做高压氧治疗 1 个疗程后, 患者便自觉肢体麻木感和乏力感有明显好转, 其中 1 例患者在高压氧治疗 5 次后即感觉症状减轻, 1 个疗程后能在家人的搀扶下行走。4 例患者中 2 例经 3 个疗程治疗后, 能自行行走; 另 2 例因先后中断高压氧治疗, 恢复情况不理想, 但自觉症状较入院时都有很大程度的好转, 在他人帮助下亦能慢步行走。

本组 4 例正己烷中毒性周围神经病患者, 通过高压氧等综合治疗, 均取得了较好的疗效, 患者的恢复情况与高压氧疗程数有关。