

$$c = \frac{m}{V_0} \times 1.32$$

式中: c ——空气中氧化氮的浓度, mg/m^3 ;
 m ——测得样品溶液中氧化氮的含量, μg ;
 1.32——由气态氧化氮换算成液态氧化氮的系数;
 V_0 ——标准采样体积, L 。

2 结果

2.1 二氧化氮的吸收效率

如果二氧化氮的一次吸收效率不高, 串联时对后管造成的误差会较大, 本实验首先对二氧化氮的吸收效率进行了测试, 结果见表 1。6组数据采样效率 98.0%~98.8%, 平均为 98.4%, 与文献 [1] 的报告 (98.4%) 一致。

表 1 二氧化氮的吸收效率

序号	前管结果 (mg/m^3)	后管结果 (mg/m^3)	吸收效率 (%)
1	1.020	0.021	98.0
2	0.902	0.017	98.2
3	1.274	0.015	98.8
4	0.885	0.013	98.6
5	0.820	0.013	98.4
6	1.326	0.023	98.3

2.2 平行采样的误差

标准方法中使用平行采样, 1支不加氧化管得出的是二氧化氮的浓度, 另 1支吸收管加氧化管, 得出的是一氧化氮和二氧化氮之和, 采样中要求使用同样型号的采样器, 放置位置尽量接近, 统一采样开始和结束时间, 计算一氧化氮含量的前提是在此操作下假设 2支吸收管所采的二氧化氮是相等的。本研究同时对二氧化氮平行采样的误差进行了计算。研究中各采样器均使用同一型号, 并且在使用前进行了实验室自校准, 各采样口之间的距离不超过 10 cm, 各采样仪同时开启, 统一采样时间为 5 min, 得出的二氧化氮结果见表 2。

表 2数据中两种采样方法的二氧化氮结果可以作为平行看待, 从结果可以得出, 平行采样误差最大达到 6.02%, 实际工作中, 由于受采样不能影响正常生产、操作位置限制、

采样人员素质等因素影响, 平行采样时采样口距离间隔 20 cm 以上, 甚至 50 cm 以上, 将导致更大的误差。在工作中偶尔会见到未加氧化管 (二氧化氮) 比加氧化管的结果 (二氧化氮与一氧化氮之和) 高的异常情况。

表 2 两种方法对 NO_2 和 NO 的检测结果

序号	NO_2			NO		
	标准方法 (mg/m^3)	串联法 (mg/m^3)	相对偏差 (%)	标准方法 (mg/m^3)	串联法 (mg/m^3)	相对偏差 (%)
1	0.429	0.449	4.62	0.550	0.565	2.72
2	0.471	0.464	-1.58	0.424	0.426	0.61
3	0.612	0.635	3.64	0.632	0.639	1.19
4	0.461	0.451	-2.15	0.354	0.350	-1.37
5	0.411	0.436	6.02	0.647	0.672	3.85
6	0.649	0.664	2.29	0.667	0.674	1.13

2.3 检测结果与标准方法的比较

两种采样方法共进行 6次采样, 结果见表 2。经统计学检验, 用两种方法检测 NO_2 , 其差别无统计学意义 (配对检验, $t=1.738$, $P>0.05$)。两种方法检测 NO 差别也无统计学意义 ($t=2.087$, $P>0.05$)。最大相对误差为 3.85%, 比平行采样的最大相对误差 6.02% 还低。本法的一氧化氮结果多数比标准方法结果略有偏高, 算术平均偏差为 1.36%, 可能与前管对二氧化氮的吸收效率没有达到 100% 有关, 即有少量二氧化氮未完全吸收进入串联的后管, 计算为一氧化氮。但本次研究表明, 这一影响在可接受的范围内。

3 小结

本法符合《职业卫生标准制定指南第 4 部分: 工作场所空气中化学物质的测定方法》(GBZ/T 210.4-2008) 的要求, 能够适应检测需要, 建议将本法作为工作场所空气中氧化氮测定的职业卫生标准方法之一, 在修订该标准时考虑录入。

参考文献:

[1] GBZ/T 160.29-2004 工作场所空气中无机含氮化合物的测定方法 [9].

铅对作业工人抗氧化能力的影响

Effect of lead on antioxidant ability of workers

张青文

ZHANG Qingwen

(安阳市疾病预防控制中心职业病防治所, 河南 安阳 455000)

摘要: 选取 63 名铅作业人员 (接触组) 和 35 名不接触铅人员 (对照组), 测定尿铅浓度和血清 MDA、 H_2O_2 、CAT 的水平。结果显示接触组与对照组间测定指标差异均存在统计学意义 ($P<0.001$), 提示铅接触增强脂质过氧化作用, 降低抗氧化酶系活力。

关键词: 铅; 脂质过氧化; 冶炼人群

中图分类号: R135.11 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2011)02-0145-03

收稿日期: 2010-07-19 修回日期: 2010-09-08
 作者简介: 张青文 (1968-), 男, 主管医师, 从事劳动卫生与职业病防治工作。

铅 (Pb) 是一种对全身组织有广泛亲和力的毒物, 作用基点是体内一些生物大分子蛋白质、脂类、核酸, 通过氧化损伤机制, 使大分子受损, 影响细胞功能。而生物膜的脂质过氧化是一种与细胞损伤有关的现象, 又是许多毒物作用的起点。本文选取

血清丙二醛 (MDA) 和过氧化氢 (H₂O₂) 作为脂质过氧化物损伤效应指标, 过氧化氢酶 (CAT) 作为酶性抗氧化能力指标, 探讨职业性铅接触人群脂质过氧化代谢的影响。

1 对象与方法

1.1 对象

选择有色金属冶炼公司从事有色金属冶炼的接触铅工人 63 名为铅接触组, 男 33 人、女 30 人, 年龄 (36.0 ± 5.5) 岁 (23~46 岁), 工龄 (2.1 ± 2.1) 年 (1~4 年); 另选择该公司无铅接触史的管理及办公室工作人员 35 人为对照组, 男 22 人、女 13 人, 年龄 (35.7 ± 7.6) 岁 (20~47 岁), 工龄 (3.0 ± 1.9) 年 (1~15 年)。经统计分析, 两组在年龄、性别、工龄及吸烟、饮酒等生活方式上的差异无统计学意义 (P > 0.05)。

1.2 测试指标及方法

1.2.1 现场空气中铅浓度测定 在冶炼、制板、组装等运行车间采取区域布点、平行采样, 以 FCI 型粉尘采样器采集空气样品, 用 DSPA-II 型微分电位溶出仪进行测定。

1.2.2 血样与尿样的采集 受试人群均采取清晨空腹静脉血, 立即分离血清, 4℃ 保存备用。以洁净的塑料瓶收集晨尿, 按 1% 的比例加入硝酸酸化。

1.2.3 指标分析测定 尿铅的检测采用基体改进剂石墨炉原

表 1 铅接触组与对照组尿铅、MDA、H₂O₂、CAT 结果 (x̄ ± s)

组别	例数	尿铅 (mg/L)	MDA (nmol/ml)	H ₂ O ₂ (nmol/L)	CAT (U)
铅接触组	63	0.155 ± 0.092*	19.39 ± 4.58*	27.97 ± 9.50*	2.03 ± 1.62*
对照组	35	0.005 ± 0.008	17.25 ± 3.22	24.76 ± 6.77	2.49 ± 0.55

注: 与对照组相比, * P < 0.001

2.3 接触组尿铅与其它各效应指标间的相关与回归分析

以尿铅为自变量, 以血清 MDA、H₂O₂、CAT 水平为应变变量分别进行相关回归分析。结果发现尿铅与血清 MDA、H₂O₂、CAT 水平无明显相关性 (P > 0.05), 见表 2

表 2 接触组尿铅与其它效应指标间的相关回归分析

x/y	回归方程	r 值
尿铅 /MDA	y = 22.039 + 9.663x	0.070 [△]
尿铅 /H ₂ O ₂	y = 41.955 + 3.248x	0.008 [△]
尿铅 /CAT	y = 4.016 - 11.888x	-0.249 [△]

注: [△] P > 0.05

2.4 诊断

根据我国现行职业性慢性铅中毒诊断标准 (GBZ37-2002), 综合临床表现、实验室检查结果, 可诊断为观察对象 10 人; 轻度铅中毒者 43 例, 其中尿 δ-氨基-γ-酮戊酸升高 10 例, 红细胞游离原卟啉升高 11 例, 红细胞锌原卟啉升高 9 例, 有腹部隐痛、腹胀、便秘等症状 18 例。

3 讨论

铅作为外源性有害金属, 可诱发机体的自由基反应, 破坏体内的氧化与抗氧化平衡状态, 产生相应的氧化损伤反应, 导致机体功能紊乱。金属化学物质导致机体毒性重要的机制之一就是机体损伤的“最终共同通路” (final common path)^[1]。研究证明, 铅主要抑制 δ-氨基-γ-酮戊酸脱水酶 (ALAD) 和血红素合成酶。前者受抑制后造成血中 δ-氨基-γ-

酮戊酸 (ALA) 在体内积聚, Monteiro 认为 ALA 是产生氧自由基的根源之一。后者受抑制后, 原卟啉 IX 与锌离子络合成锌原卟啉 (ZPP), ZPP 作为一种光敏剂可造成其它分子的损伤。另外它可通过光敏反应, 使 O₂ 激发成 O₂⁻ 直接诱发脂质过氧化作用, 产生更多的自由基, 导致体内 MDA 含量增高, SOD 活性减少, 造成细胞的自由基损害。MDA 是体内主要的脂质过氧化物。其水平反映了脂质过氧化程度, 即机体细胞受自由基攻击的严重程度。而 CAT 可促使 H₂O₂ 分解为分子氧和水, 清除体内的过氧化氢, 是生物防御体系的关键酶之一。铅的生化代谢过程、体外的细胞学实验以及动物实验研究均提示, 其对机体的氧化和抗氧化能力有较大影响^[2-4]。

本调查表明, 各作业点铅浓度均明显超过国家卫生标准, 铅吸收者 10 例, 达 16%, 轻度铅中毒 43 例, 达 68%。通过对职业性铅接触人群体内铅含量与脂质过氧化代谢变化的关系分析, 观察到铅接触工人体内的脂质过氧化产物 MDA 和 H₂O₂ 增多, 抗氧化酶 CAT 活力降低, 提示氧化性损伤可能在中毒机制中发挥一定的作用。另外, 接触组尿铅与 MDA、H₂O₂、CAT 等效应指标间的相关与回归分析显示, 尿铅负荷与血清 MDA、H₂O₂、CAT 水平无明显相关性 (P > 0.05)。可能是由于业主频繁更换工人, 铅作业工人的工龄都比较短 (多数 ≤ 4 年), 离厂时尚未诊断为铅中毒有关。因而离厂工人中不能排除有铅中毒病人。

子吸收法, MDA 采用硫代巴比妥酸比色法, H₂O₂ 采用钼酸比色法, CAT 采用钼酸铵比色法。所用试剂均为南京建成生物工程研究所生产的试剂盒, 严格按说明书要求进行检测。

1.2.4 主要实验仪器及试剂 石墨炉原子吸收光谱仪 ZEE ni700 (德国耶拿分析仪器股份公司), 723 型分光光度仪 (上海分析仪器厂), TDL-5 离心机, LD-85 恒温振荡器 (金坛市京华仪器有限公司), DK-600A 型电热恒温水箱 (上海一恒科技有限公司), 试剂盒 (南京建成生物工程研究所), 冰醋酸 (天津化工厂)。

2 结果

2.1 现场空气铅测定结果

在冶炼、制板、组装等运行车间共采集铅尘样品 222 个, 平均浓度 0.23 mg/m³ (0.01~1.94 mg/m³), 平均超过国家卫生标准 3.60 (0.00~37.80) 倍。

2.2 尿铅及 MDA、H₂O₂、CAT 水平测定结果

铅接触组尿铅、MDA 和 H₂O₂ 含量高于对照组, CAT 活力低于对照组, 差异均具有统计学意义 (P < 0.001), 见表 1

表 2 工作场所噪声声级统计结果 dB (A)

部门	岗位	测量地点	$L_{EX,8h}$	标准限值	判定结果
造丝车间	挂丝	1 风机	88.4		超标
		2 二辊定型	88.5		超标
原织车间	挤出	1 拉丝机	87.3		超标
		7 圆织机	96.3		超标
		14 圆织机	95.3		超标
		21 圆织机	97.3		超标
成品车间	缝合	2 片缝机	80.0	85	不超标
		5 片缝机	82.6		不超标
	中封	1 中封机	80.6		不超标
		3 中封机	84.7		不超标
		涂膜	1 涂膜机	79.1	
公辅工程	造粒	造料机	87.4		超标
		拌料	拌料机	76.9	
	巡检	空压机房	68.1		不超标

5 职业病危害因素防护措施评价

5.1 防尘技术措施

粉尘检测结果显示, 拌料岗位工人接触粉尘浓度均不超标。因此, 可以认为, 本项目在正常生产状态下, 若确保采用的防尘设施达到有效运行, 其生产过程中产生的粉尘危害是可以得到控制的。涉及人工配料、倒料或物料转移过程, 如意外洒落时会产生粉尘扬散, 则会给劳动者造成健康危害。

5.2 防毒技术措施

此项目中封机和涂膜机均设有局部排风罩, 经检测罩口风速平均为 2.8 m/s 和 2.9 m/s, 说明此岗位防毒设施有效运行。毒物检测结果显示, 各岗位工人接触毒物浓度均不超标。由此可见, 在生产设备良好的状态下, 有害物质通常不会发生逸散或泄漏。因此, 可以认为, 在正常生产状态下, 若确保采用的防毒设施达到有效运行, 涉及的手工备料、取样、卸料、投料等工序确保密闭, 同时做好个人防护和加强组织管理, 其生产过程中产生的毒物危害可以控制。

5.3 防噪声技术措施

该项目的机械性高噪声主要来自挤出岗、拉丝岗、圆织机、造料机、涂膜机、缝合机等运转设备。现场检测结果显示挤出岗、拉丝岗、织布岗、造粒岗位的工人接触噪声的 8 h

等效声级超过国家规定的职业接触限值。其余各岗位工人接触的噪声水平均低于国家标准中规定的职业接触限值。该公司为接触高噪声岗位工人配备了 3M 耳塞, 合格的耳塞、耳罩的实际声衰减值一般可达 18 dB (A), 如配戴护听器作业时, 其实际接触噪声水平可相应的降低。根据现场调查, 并结合本次噪声检测数据, 分析认为, 本项目噪声岗位工人进入高噪声作业场所巡检时, 如能做到正确、合理佩戴护听器, 噪声危害可以控制。

5.4 职业健康监护

该公司委托有资质的机构根据接触职业病危害因素种类对该项目的全部工人进行了职业健康检查。检查结果为上述工人均可从事原岗位工作。该公司委托的职业健康检查机构及其被检查人数、检查项目均符合国家相关法规要求。

6 结论

项目总体布局、建筑卫生学、生产工艺及设备布局、个人使用的职业病防护用品、辅助卫生用室、应急救援措施、职业健康监护和职业卫生管理等方面基本符合《中华人民共和国职业病防治法》和《工业企业设计卫生标准》等国家法律及职业卫生标准规定要求。但职业健康监护、警示标识等方面仍有待改善。

7 讨论

该公司应加强对化学品库的管理, 工人每次进入化学品库领取化学辅料前, 应确保库内化学品容器无泄漏, 室内空气保持流通。应在化学品库房和成品车间设置洗眼器和紧急喷淋装置, 在醒目位置设置警示标识。

噪声是化工行业主要职业病危害因素, 应该受到充分重视^[1]。在现场检测过程中发现部分工人未按要求佩戴防噪耳塞。公司应加强管理, 经常检查, 及时更新, 并督促作业人员正确佩戴防噪耳塞, 减少噪声对工人身体健康的影响。

该公司应在存在苯、异丙醇、丁醇等有毒物品的工作场所设置高毒物品告知卡, 在存在粉尘、低等或中等毒性的毒物、噪声的工作场所设置一般警示标识和中文警示说明。

贯彻执行劳动防护用品相关制度, 督促作业人员按要求佩戴呼吸防护用品和降噪防护用品。进一步加强职业卫生管理工作, 建立职业健康检查结果公示制度, 健全职业健康监护档案。

参考文献:

[1] 李刚. 石化行业新建项目劳动卫生状况分析 [J]. 中国工业医学杂志, 1997 10 (2): 125-126

[2] 李友. 砷中毒机制研究进展 [J]. 国外医学·卫生学分册, 2001 28 (5): 261-264

[3] BrichLM, BakerAF, SiemankowskiJP, et al. Modulation of antioxidant defenses during apoptosis [J]. Oncol Res 1997 9 (6-7): 281-285

[4] 吴顺华. 砷对健康影响的研究进展 [J]. 国外医学·医学地理分册, 2002 23 (4): 145-149

(上接第 146 页)

铅是一种广泛存在的职业性毒物, 铅中毒临床表现复杂、无特异性、误诊率高, 铅接触者很容易由企业转向社会, 因此, 加强监督与职业卫生技术服务意义重大。

参考文献:

[1] 刘扬, 刘世杰, 野见山, 等. 铅冶炼工人血铅与卟啉代谢的量效关系探讨 [J]. 工业卫生与职业病, 2000 26 (5): 286-288