

某铅锌矿区职业人群体内锌、镉负荷及脂质过氧化物酶水平

易宗娓¹, 滕德智², 叶银龙³, 何作顺¹

摘要: [目的] 探讨铅锌矿区职业人群体内锌、镉负荷及脂质过氧化物酶的含量。[方法] 采用横断面流行病学研究方法, 对146名某矿区作业工人和54名非矿区人群进行健康检查和现场采集发样及血样, 检测其发镉、发锌、血镉、血锌及血清脂质过氧化物歧化酶(T-SOD)、丙二醛(MDA)及谷胱甘肽氧化酶(GSH-Px)的水平, 并进行统计学分析。[结果] 接触组发锌、发镉、血镉均高于对照组($P<0.01$ 或 $P<0.05$), 血锌、T-SOD、GSH-Px活性均低于对照组($P<0.01$ 或 $P<0.05$); 接触组MDA水平与对照组差异无统计学意义($P>0.05$)。接触组中工龄≤10年者, 其发镉及血镉水平均低于工龄11年以上者, 差异有统计学意义($P<0.05$)。[结论] 铅锌矿区职业人群长期接触镉后可改变体内T-SOD、GSH-Px、MDA水平, 导致矿区职业人群体内脂质过氧化作用增强, 抗氧化能力降低。

关键词: 铅锌矿区; 职业人群; 锌、镉负荷; 超氧化物歧化酶; 丙二醛; 谷胱甘肽氧化酶

Zinc and Cadmium Burdens and Lipid Peroxidase Levels in Occupational Groups of a Lead-Zinc Mining Area YI Zong-wei¹, TENG De-zhi², YE Yin-long³, HE Zuo-shun¹ (1.School of Public Health, Dali University, Yunnan 671000, China; 2.Changde Center for Disease Control and Prevention, Hunan 415000, China; 3.Lanping County Center for Disease Control and Prevention, Yunnan 671400, China). Address correspondence to HE Zuo-shun, E-mail: hzs338@163.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the burdens of lead and cadmium and the content of lipid peroxide of occupational populations in a lead-zinc mining area. [Methods] A cross-sectional epidemiological design was used to carry out health examination and on-site collection of blood and hair samples among 146 workers in a lead-zinc mining area and 54 controls in a non-mining area. Hair cadmium, hair zinc, blood cadmium, blood zinc, and serum superoxide dismutase (T-SOD), malonyldialdehyde (MDA), and glutathione peroxidase (GSH-Px) were detected and analyzed. [Results] Compared with the control group, the exposure group reported higher levels of hair zinc, hair cadmium, and blood cadmium ($P<0.01$ or $P<0.05$) and lower levels of blood zinc, T-SOD, and GSH-Px ($P<0.01$ or $P<0.05$). No statistical difference was found in the MDA level between the two groups. The workers with service length ≤ 10 years showed lower levels of hair cadmium and blood cadmium than those of the worker with service length >11 years ($P<0.05$). [Conclusion] Long-term exposure of the occupational population in the lead-zinc mining area to cadmium could significantly change the levels of T-SOD, MDA, and GSH-Px, enhance lipid peroxidation, and decline antioxidantion.

Key Words: lead-zinc mining area; occupational group; burdens of zinc and cadmium, superoxide dismutase; malonyldialdehyde; glutathione peroxidase

镉是重要的工业原料, 作为人体非必需元素, 进入人体后会导致多系统的毒性作用; 锌是人体必须微量元素之一, 但过量摄入也会对人体健康造成危害。锌、镉在自然界矿物中共存, 在矿物开采和金属冶炼过程中, 作业者往往同时接触二者。研究表明, 镉能

够通过抑制总超氧化物歧化酶(T-SOD)的活性, 使活性氧中间体水平升高, 诱发细胞膜的脂质过氧化, 从而对机体造成损伤, 锌能够抑制上述损伤而起保护作用^[1]。血清中T-SOD、丙二醛(MDA)、谷胱甘肽氧化酶(GSH-Px)可反映机体内脂质过氧化程度^[2-4]。镉产生氧化损伤的主要途径之一是抑制细胞内过氧化氢酶、GSH-Px、SOD等抗氧化酶的活性, 从而削弱细胞抗氧化能力^[5]。脂质过氧化物的主要成分MDA则是体内发生脂质过氧化反应(特别是机体受外源性化学物质诱导)的代谢产物经过氧化酶的分解而产生的中间产物^[6]。

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14413

[作者简介] 易宗娓(1984—), 女, 硕士生; 研究方向: 环境与职业卫生流行病学; E-mail: yizongwei1209@126.com

[通信作者] 何作顺; E-mail: hzs338@163.com

[作者单位] 1.大理学院公共卫生学院, 云南 671000; 2.常德市疾病预防控制中心, 湖南 415000; 3.兰坪县疾病预防控制中心, 云南 671400

本项目拟研究职业人群体内锌、镉负荷水平及脂质过氧化物酶含量的变化,为制订矿区镉接触职业人群健康保护措施提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用横断面流行病学调查方法,选择通甸镇某村铅锌矿区为锌镉暴露区;在非铅锌矿区选择生活习惯、经济水平等因素具有可比性的河西乡某村作为对照区。

1.2 方法

1.2.1 主要仪器设备 AA-6200 火焰原子吸收分光光度计(日本岛京公司), 锌、镉单元素空心阴极灯(国家有色金属研究所), 电子天平(感量 0.1 mg, 余兆市金若仪器有限公司)。

1.2.2 试剂 镉储备液(1 000 μg/mL)、锌储备液(1 000 μg/mL)、高氯酸、硝酸,均为分析纯。

1.2.3 采样 采用分层随机抽样方法,选择锌镉暴露区工作3岁以上年龄为16~55岁的146名工人为接触组,同时在对照区选择54人为对照组。采集研究对象枕后距发根1~2 cm的头发约0.3 g及静脉血8 mL(分装2个试管中,各约4 mL)作为样品。

1.2.4 样品处理 用中性洗发剂浸泡发样10 min,自来水清洗至无泡沫,再用去离子水冲洗3~4次,置于干净培养皿中,60℃烤箱烤干备用。同时做2个试剂空白对照,即三角烧瓶内只加硝酸10 mL,高氯酸5 mL,与发样同时消化,采取相同的条件处理、测试。将样放入瓷干锅中,准确称取1 g,加入1:4(V:V)高氯酸-硝酸混合液2 mL,放置数分钟,然后置于电热板上加热至溶液呈淡黄透明时,取下干瓷锅。自然冷却至室温后滴加氨水至产生胶状沉淀,用去离子水定容至10 mL待测,同法配置平行样本。

1.2.5 样品测定 发锌、发镉、血锌、血镉及血清T-SOD、MDA、GSH-Px的含量均采用火焰原子吸收分光光度计测定。

1.2.6 标准曲线的绘制 取10 mL具塞管7支,各加0.5 mL硝酸,分别加入1 000 μg/mL 锌标准溶液0.0, 0.2、0.4、0.8、1.0、1.5、2.0 mL。用去离子水定容至刻度,摇匀测定,并绘制锌标准曲线。同样取10 mL具塞管7支,各加0.5 mL硝酸,分别加入1 000 μg/mL 镉标准溶液0.0、0.2、0.4、0.8、1.0、1.5、2.0 mL。用去离子水定容至刻度,摇匀测定,并绘制镉标准曲线。

1.2.7 统计学分析 采用Excel 2003和EpiData 3.1建立数据库,SPSS 17.0软件进行统计分析。采用方差分析、*t*检验进行统计分析。检验水准α=0.05,双侧。

2 结果

2.1 接触组及对照组人群体内锌、镉负荷

接触组的发锌、发镉、血镉均高于对照组($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),接触组血锌低于对照组($P < 0.05$)。见表1。

表1 接触组及对照组锌、镉负荷的比较($\bar{x} \pm s$)(μg/g)

项目	对照组(n=54)	接触组(n=146)
发锌	22.20 ± 14.87	37.51 ± 18.49**
血锌	2.09 ± 1.15	1.71 ± 1.03*
发镉	0.38 ± 0.29	0.39 ± 0.30*
血镉	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.03*

[注]与对照组比较, *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ 。

2.2 接触组不同工龄组人群体内锌、镉负荷

矿区职业人群不同工龄组之间发锌、血锌含量的差异无统计学意义($P > 0.05$)。工龄≤10年组,其发镉和血镉含量均低于工龄11~20年及>20年者,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

表2 接触组不同工龄组人群体内锌、镉负荷(μg/g)

工龄	样本含量	头发		血液	
		锌	镉	锌	镉
≤10年	60	35.18 ± 17.49	0.31 ± 0.30*	1.76 ± 1.09	0.03 ± 0.02*
11~20年	53	38.04 ± 18.32	0.36 ± 0.28	1.74 ± 1.03	0.03 ± 0.03
>20年	33	37.78 ± 18.49	0.37 ± 0.26	1.46 ± 1.02	0.04 ± 0.03

[注]*: 与其他工龄组比较, $P < 0.05$ 。

2.3 接触组及对照组血清T-SOD、GSH-Px、MDA水平

接触组血清T-SOD活性及GSH-Px活力均低于对照组,差异具有统计学意义($P < 0.01$, $P < 0.05$),接触组与对照组血清MDA含量的差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表3。

表3 接触组与对照组人群血清T-SOD、GSH-Px、MDA水平($\bar{x} \pm s$)

指标	对照组(n=54)	接触组(n=146)
T-SOD(U/mL)	202.28 ± 4.74	153.29 ± 11.52**
GSH-Px(U/mL)	131.03 ± 46.79	104.09 ± 55.47*
MDA(nmol/mL)	4.91 ± 1.42	4.29 ± 1.60

[注]与对照组比较, *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ 。

2.4 接触组不同工龄人群血清 T-SOD、GSH-Px、MDA 水平

经方差分析, 矿区职业人群不同工龄组之间血清 T-SOD、GSH-Px、MDA 均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表4。

**表4 接触组不同工龄人群血清 T-SOD、GSH-Px、MDA 水平
($\bar{x} \pm s$)**

工龄	样本含量	T-SOD(U/mL)	GSH-Px(U/mL)	MDA(nmol/mL)
≤ 10年	60	152.62 ± 11.62	107.51 ± 56.47	4.19 ± 1.60
11~20年	53	150.64 ± 10.52	111.09 ± 56.89	4.09 ± 1.50
>20年	33	151.29 ± 10.67	75.79 ± 55.47	4.89 ± 1.58

3 讨论

本研究结果显示, 工龄较短的职业人群, 其发镉、血镉含量较低, 说明长期镉暴露导致其在体内的蓄积作用, 这与白晓兰等^[7]报道一致。接触组发锌含量高于对照组 ($P < 0.05$), 血锌、T-SOD 活力及 GSH-Px 活力均低于对照组 ($P < 0.05$), 提示铅锌矿区的开采、冶炼对职业人群的健康造成了影响。可能原因是: 铅锌矿采取露天开采和矿洞开采, 矿工直接吸收矿物质颗粒, 此类物质进入机体后, 一方面对机体产生脂质过氧化损伤作用; 另一方面, 机体内的抗氧化系统对镉的损伤又起着保护作用。T-SOD、GSH-Px 等抗氧化酶在一定范围内能够防止自由基的产生或抑制自由基的毒性, 使自由基的产生和清除处于相对的动态平衡状态。镉对机体的毒性作用取决于两种作用何者占据优势。当机体抗氧化能力耗竭时, 自由基的产生和消除失去平衡, 镉对机体的氧化损伤才表现出来^[8]。长期工作在高锌、高镉区, 造成暴露组体内镉负荷逐渐增加, 以及 T-SOD、GSH-Px 活力下降, 从而降低细胞的抗氧化能力。本次研究中接触组与对照组 MDA 含量差异无统计学意义, 可能的原因是: 镉可能与 T-SOD、GSH-Px 及其前体结合而抑制血液与肝脏中 T-SOD、GSH-Px 的活力, 进而诱导肝脏产生脂质过氧化的作用, 后者的中间体与 MDA 共价结合, 维持稳定^[9]。

综上所述, 矿区职业人群长期接触锌镉后, 重金属镉进入人体产生脂质过氧化物反应, 形成氧化损伤, 降低机体清除氧自由基的能力, 对人体的生理及免疫功能均会产生不良影响。因此根据矿区重金属污染现状, 建议从以下两方面开展健康促进工作: 一是加强健康宣教, 提高铅锌矿开采区人群对于重金属所导致职业病的预防知识, 改变不良生活习惯; 二是进

行营养干预, 要求在日常生活中人们应该注意合理膳食、增强营养, 在饮食上要多食用富含维生素E 和维生素C的新鲜水果和蔬菜, 摄取含有优质蛋白的鱼、蛋、奶以及豆制品以提高机体抗氧化能力。目前番茄红素作为一种自然界中被发现的最强的抗氧化剂之一, 其作用被广泛关注和研究。番茄红素能提高肝脏 SOD、GSH-Px 的活性, 提高抗氧化能力、降低对毒物的敏感性^[10]。建议相关部门以营养餐的形式对铅锌矿开采区职业人群进行干预, 提高该人群抗氧化能力, 促进身体健康。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。 ·

参考文献

- [1] Funakoshi T, Ueda K, Shimada H, et al. Effects of dithiocarbamates on toxicity of cadmium in rat primary hepatocyte cultures [J]. Toxicology, 1997, 116(1-3): 99-107.
- [2] 裴秀丛, 徐兆发. 镉的慢性毒作用及其远期效应 [J]. 环境与职业医学, 2003, 20(1): 58-59.
- [3] 梁中民, 周宁, 徐栋, 等. 镉对作业工人脂质过氧化作用的影响 [J]. 中国工业医学杂志, 1996, 9(4): 209-210.
- [4] Borges LP, Brandao R, Godoi B, et al. Oral administration of diphenyl diselenide protects against cadmium-induced liver damage in rats [J]. Chen Biol Interact, 2008, 171(1): 15-25.
- [5] 刘杰. 用转基因动物研究金属硫蛋白对镉毒性的作用 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1998, 16(1): 1-4.
- [6] 赖玉熔, 周炯亮. 外源性化学物诱导的肝氧化损害 [J]. 职业医学, 1995, 22(1): 45.
- [7] 白晓兰, 闫春生. 铅锌矿区铅和镉污染对职业人群健康的影响 [J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(9): 760-762.
- [8] 敬勇, 常向阳, 涂湘林. 矿山开发过程中重金属污染研究综述 [J]. 矿产与地质, 2006, 20(6): 645-650.
- [9] Yuan B, Ohshima K, Bessho T, et al. Imbalance between ROS production and elimination results in apoptosis induction in primary smooth chofion trophoblast cells prepared from human fetal mewlbrahe tissues [J]. Life Sci, 2008, 82(11-12): 623-630.
- [10] 沈文英, 胡明辉. 粤东北镉污染区人群血镉与 SOD, GSH-Px 及 MDA 的关系 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1991, 30(5): 520-522.

(收稿日期: 2014-06-11)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪; 校对: 汪源)