

2.2.2 进样深度的选择 进样深度改变会影响观察高度,实验发现,当进样深度在250~300 step 时,测定强度大,故实验选择280 step。

2.2.3 雾化气流量的选择 雾化气流量太小时,方法的灵敏度较低;雾化气流量太大时,灵敏度也降低,且稳定性变差,故选用镍、镉、铁、银等多元素优化的折中条件0.51 L/min。

2.2.4 冲洗时间 为降低样品测定记忆效应的影响,选择不同冲洗时间10、20、25、30、60、90 s 的记忆效应,结果表明,25 s 后已无元素记忆效应,选择冲洗时间30 s。

2.2.5 分析波长的选择 利用发射光谱多谱线同时测定的特征和光谱仪同步背景校正功能,对每个被测元素选取2~3条谱线进行测定,综合分析强度、干扰情况及稳定性,选择强度大、谱线干扰少、精密度好的分析线。

2.3 在上述工作条件下,用试剂空白及标准液进行外标法标准化,绘制工作曲线,结果见表1。

由表1可见,曲线线性良好,线性相关系数 $r>0.999$ 。由于ICP-AES方法元素的线性范围很宽,实际操作中可用单点校正法测定。

2.4 方法的检出限

对2%硝酸空白溶液测定7次,按IUPAC规定计算,分别得到各元素的检出限(以3 δ 计),见表1。

表1 元素的分析波长、检出限、标准工作曲线、线性范围

元素	分析波长 (nm)	检出限 (mg/L)	相关系数	线性范围 (mg/L)
Ni	324.7	0.003	0.999 4	0~10
Cd	259.9	0.004	0.999 6	0~5
Fe	257.6	0.003	0.999 9	0~10
Ag	328.0	0.003	0.999 1	0~10

2.5 方法的精密度和加标回收率

在微孔滤膜上各滴加不同量的标准溶液,配成低、中、高3种不同浓度的样品,分别进行6次测定,计算其变异系数,结果见表2。其回收率在93%~111%之间,RSD均<2%,表明方法精密度良好,符合《车间空气中有毒物质监测研究规范》的要求。

2.6 干扰及其校正

为了解光谱及化学干扰情况,将样品进行波长扫描,观察共存元素谱线干扰情况,选择扣背景位置,用仪器同步扣背景方式扣除干扰。同时进行了干扰实验,固定待测物浓度为0.5 μ g/ml,实验发现200 μ g/ml的K、Na、Ca、Mg和10 μ g/ml的Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Zn、Pb、Mo对分析无明显干扰。

表2 精密度实验结果

元素	本底值 (μ g/ml)	加标浓度 (μ g/ml)	测得值 (μ g/ml) ($\bar{x}\pm s$)	回收率 (%)	相对标准 偏差 (%)
Ni	0.12	0.1	0.218 $\pm$ 0.001	98.0	1.89
		1.0	1.143 $\pm$ 0.001	102	1.25
		5.0	5.265 $\pm$ 0.217	109	0.76
Cd	0.10	0.1	0.200 $\pm$ 0.002	100	1.14
		1.0	1.112 $\pm$ 0.002	102	1.09
		3.0	3.227 $\pm$ 0.223	104	0.58
Fe	0.92	0.1	1.031 $\pm$ 0.001	111	1.36
		1.0	1.869 $\pm$ 0.001	94.9	1.19
		5.0	6.047 $\pm$ 0.256	103	0.67
Ag	0.10	0.1	0.193 $\pm$ 0.001	93.0	1.36
		1.0	1.109 $\pm$ 0.001	110	1.19
		5.0	5.087 $\pm$ 0.256	99.7	0.67

2.7 样品分析

应用本方法对某生产场所3个不同作业点的空气浓度进行了Cd测定。从表3可见,采样效率良好,结果与现场实际情况吻合。

表3 现场测定结果

样品编号	采样效率 (%)	浓度均值 (mg/m ³)	相对标准 偏差 (%)
1	99.2	0.06	4.9
2	98.1	0.56	1.7
3	98.3	1.10	1.3

应用微波消解/ICP-AES法测定车间空气中镍、镉、铁、银等元素及其化合物,操作简便快速、干扰少。各项指标均达到《车间空气中有毒物质监测研究规范》的要求,适用于工作场所空气中上述元素及其化合物的现场检测。

铅对体内其他元素的影响

Effect of lead exposure on other elements in the body

麦剑平, 韦拔雄, 许启荣

MAI Jian-ping, WEI Ba-xiong, XU Qi-rong

(广州市十二人民医院, 广东 广州 510620)

摘要: 采用石墨炉原子吸收光谱法测定正常人和铅接触者各50例血中的铅等10种元素的浓度,探讨铅对人体其他金属元素的影响。结果发现铅对体内钙、镁、锌、铜、铬、镍均有干扰,尤以钙、镁、锌为甚。

关键词: 血铅; 原子吸收光谱法; 驱铅
中图分类号: R135.1 **文献标识码:** B
文章编号: 1002-221X(2006)04-0233-02

收稿日期: 2003-08-21; 修回日期: 2003-11-16
作者简介: 麦剑平 (1971-), 女, 理化主管检验技师, 从事职业卫生检验工作。

在现代工业的职业性危害因素中,铅是危害最广泛的金属之一。铅不但对人体多个系统有毒性作用,而且通过与其他微量元素

50 名铅中毒观察对象在驱铅前后全血中铅、锰、铬、镍、镉水平以及血清中铜、铁、锌、钙、镁的水平,并将其与 50 名正常人对比,以探讨铅与其他元素之间的关系。

1 对象与方法

1.1 对象

接铅组为按职业病诊断标准诊断为铅吸收的某蓄电池厂铅作业男工 50 例,年龄 23~45 岁,平均 29 岁;对照组为在写字楼工作不接触铅的男性办公室人员 50 名,年龄 22~43 岁,平均 28 岁。接铅组和对照组年龄、性别等方面有可比性。研究对象均无吸烟饮酒史及器质性疾病。

接铅组使用依地酸二钠钙进行驱铅治疗,每 24 h 静脉滴注 1 g,3 d 一疗程,驱铅前 3~7 d 测定上述 9 种元素含量,驱铅治疗 1 疗程后,尿铅达正常值 2 周后再测定。对照组每天服用低铅餐,与接铅组同一时间进行血中 10 种微量元素的测定。测试前 2 周,禁食影响人体必需元素的药物。

1.2 方法

取清晨空腹静脉血,铅、锰、铬、镍、镉使用肝素抗凝的全血,铜、铁、锌、钙、镁使用血清测定。仪器均使用日立 Z-5000 型原子吸收光谱仪。全血锰、铬、镍用 0.1 ml 血经 1%硝酸 1:9 稀释,全血铅用 0.1 ml 血经含有磷酸二氢铵和抗坏血酸的基体改

进剂 1:9 稀释,全血镉用 0.1 ml 血经含有磷酸氢二铵的基体改进剂 1:9 稀释,然后用石墨炉原子吸收光谱法测定;血清用 1%硝酸 1:3 稀释后用火焰原子吸收光谱法测定,钙、镁测定时加入氯化锶。

1.3 统计分析

用 *t* 检验处理结果。

2 结果

2.1 接铅组与对照组血中 10 种元素检测值比较

接铅组在住院驱铅前,血铅浓度明显高于对照组 ($P < 0.01$),血清钙、镁、锌、铜、铁值明显低于对照组,全血镍、铬含量显著高于对照组 ($P < 0.05$),锰、镉元素差异均无显著性。

2.2 接铅组驱铅治疗尿铅达正常值 2 周后,血中 10 种元素与驱铅前比较,血铅显著低于驱铅前 ($P < 0.01$),血清镁、钙非常显著高于驱铅前 ($P < 0.01$);血清铁非常显著低于驱铅前 ($P < 0.01$),血清铜、全血铬、镍显著低于驱铅前 ($P < 0.05$);其他元素驱铅前后差异无显著性。结果见表 1。

2.3 接铅组驱铅治疗尿铅达正常值 2 周后,血中 10 种元素与对照组比较,接铅组血铅仍高于对照组 ($P < 0.05$),钙、镁、铬、镍均值恢复与对照组差异无显著性 ($P > 0.05$),血中铁、锌、铜均值仍非常显著低于对照组 ($P < 0.01$)。结果见表 1。

表 1 两组 10 种元素检测结果($\bar{x} \pm s$)

组别	铅($\mu\text{mol/L}$)	锰($\mu\text{mol/L}$)	铜($\mu\text{mol/L}$)	铁($\mu\text{mol/L}$)	锌($\mu\text{mol/L}$)	铬($\mu\text{mol/L}$)	镉($\mu\text{mol/L}$)	镍($\mu\text{mol/L}$)	钙(mmol/L)	镁(mmol/L)
接铅组										
驱铅前	1.65±0.41	133.5±48.5	13.3±4.3	20.84±5.25	11.89±5.16	6.4±2.0	6.1±1.8	45.6±17.8	1.91±0.75	0.78±0.11
驱铅后	0.96±0.38	130.9±36.6	10.8±6.9	17.65±3.33	12.46±5.25	5.6±1.6	5.9±1.7	39.0±14.8	2.41±0.88	0.95±0.12
对照组	0.78±0.28	128.9±52.6	15.9±5.9	23.65±6.05	16.75±7.25	5.5±1.5	5.7±1.6	37.8±13.9	2.68±0.41	0.99±0.14

2.4 准确度和精确度实验

每种元素加标后做 6 次平行样,然后求出其回收率和变异系数。这 10 种元素的回收率均在 94.1%~108.5% 之间,变异系数 3.1%~5.2%。

3 讨论

本文通过对接铅组和对照组(血铅 $P < 0.01$)血中各种元素浓度的比较发现,体内钙、镁与铅呈负相关关系,铬、镍与铅呈正相关关系。这与 Sorrell, Zakigynska-Fontaine 关于上述 4 种元素与铅的相关性的观点基本一致^[1,2]。接铅组血中铁、锌、铜均显著地低于对照组 ($P < 0.01$)。锌和铅有着确定的拮抗关系^[3],铜与锌也是互为抑制的元素,锌明显下降,铜本应上升,但实验结果表明,铜也有明显的下降,可见铅对铜的抑制作用是十分显著的。

镁在神经传递和神经肌肉的应激性方面具有重要作用,钙与神经递质的释放有关。铅中毒者神经电生理检测往往发现有不同程度的神经传导速度减慢,除了铅对多个特定神经结构有直接的毒性作用外,钙、镁低下可能是原因之一。而缺钙能增加肠道对铅的吸收、降低铅的排泄,补钙则能减少肠道对铅的吸收^[4]。因此,补充钙、镁有助于预防和治疗铅中毒,并减少神经功能障碍。

实验证明,过量的铅会影响铜、锌、铁的吸收。铁、锌、铜除了参与多种金属酶的机能外,锌尚有维持细胞膜的功能,

铁参与造血功能,铜参与血色素的合成。铅中毒除了通过影响卟啉代谢引起造血功能障碍外,铜、锌、铁降低,也可能是引起造血机能低下的原因之一。若在螯合治疗同时补充锌和铜,则可增强 CaNa_2EDTA 和 DMSA 的驱铅能力和逆转了的生化指标^[5]。可见,铅和铜、锌的互动性是非常之强的。由于铜、铁有协同作用,故铁的下降可能也与铜的降低有关。由于铁与铬竞争转运载体,故铬的增加可能与铁的减少有关。镍在代谢器官中与铜具有拮抗作用,所以镍的增加可能与铜的减少有关。

参考文献:

[1] Sorrell M, Rosen JF, Roginsky M. Interactions of lead, calcium, Vitamin D and nutrition in lead burdened children [J]. Arch Environ Health, 1977, 32 (8): 160-164.
[2] Zakigynska-Fontaine V, Dore JC, Ojasoo T, et al. Study of the age and sex dependence of trace elements in hair by correspondence analysis [J]. Biol Trace Elem Res, 1998, 61: 151-168.
[3] 秦俊法. 微量元素铅与人 [M]. 郑州: 河南医科大学出版社, 2001. 5.
[4] Rosen JF. Variables to consider in designing blood lead screening programs [A]. 上海: 1998 上海国际儿童铅中毒防治研讨会, 1998. 26-42.
[5] Flora SJS. Influence of simultaneous supplementation of zinc and copper during chelation of lead in rats [J]. Hum Exp Toxicol, 1991, 10: 331-