

均可导致假阴性或假阳性结果<sup>[8-10]</sup>。

总之,交叉配血试验是保证临床输血安全的重要屏障,操作者切不可粗心大意,必须认真仔细对待,严格执行操作规范,确保试验结果准确可靠。笔者建议各实验室建立阳性结果复检程序,对于假阳性结果,及时发现并寻找原因。

参考文献

[1] 孟庆宝. 微柱凝胶技术在输血相关试验中的评价及应用研究[J]. 国际检验医学杂志, 2009, 30(9): 848-851.

[2] 叶应妩, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 3 版. 南京: 东南大学出版社, 2006: 262-271.

[3] Cate JC, Reily N. Evaluation and implementation of the gel test for indirect anti-globulin testing in a community hospital laboratory[J]. Arch Pathol Lab Ned, 1999, 123(8): 693-694.

[4] Reis KJ, Chahowski A, Cupido A, et al. Column agglutination technology: the antiblulubin test[J]. Transfusion, 1993, 33(8):

639-643.

[5] 陈才生, 翁彬, 王雷萍, 等. 微柱凝胶技术配血影响因素分析[J]. 现代检验医学杂志, 2006, 21(6): 57-59.

[6] 杨世明, 张勇萍, 王春霞, 等. 微柱凝胶法对 ABO 定型中假阳性与假阴性的处理[J]. 临床输血与检验, 2007, 9(2): 160-162.

[7] 邹文涛, 何子毅, 李俊杰, 等. 输血前不规则抗体筛查结果分析[J]. 国际检验医学杂志, 2008, 29(11): 1000-1002.

[8] 彭道波, 兰炯采, 王梁平, 等. 用微柱凝胶试验进行交叉配血[J]. 中国输血杂志, 2001, 14(4): 232.

[9] 朱自严. 提高输血疗效必须首先完善输血前血液的相容性试验[J]. 中华检验医学杂志, 2009, 32(2): 134-136.

[10] Zupańska B, Gronkowska A, Ziemiński M. Comparison of activity of peripheral monocytes and splenic macrophages in the monocyte monolayer assay[J]. Vox Sang, 1995, 68(4): 241-242.

(收稿日期: 2011-02-17)

• 检验技术与方法 •

# AA800 石墨炉原子吸收光谱仪检测全血铅

曾秀雅, 谢连志, 宋秀宇, 董青松, 王前明, 王 新, 赵元勋

(福建省厦门市第一医院/厦门大学附属第一医院检验科 361012)

**摘要:**目的 用 PE AA800 石墨炉原子吸收光谱仪测定全血铅, 并探讨相关实验条件。方法 取全血样本 0.4 mL, 用普析 MG2 型血铅稀释液进行溶血稀释后, 直接用 PE AA800 石墨炉原子吸收光谱仪进行测定, 并分析其检测性能。结果 该方法回收率 93.2%~107.4%, 变异系数 CV 1.39%~2.60%, 相对标准差(RSD)1.15%~2.35%, 共存离子对检测结果的干扰小; 用于分析 720 例儿童和 162 例成年人静脉血标本, 结果满意。结论 该方法操作简便、快速、准确, 为一种理想的血铅测定方法。

**关键词:** 研究; 石墨炉原子吸收光谱法; 血铅

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2011.15.039

文献标识码: A

文章编号: 1673-4130(2011)15-1738-02

铅是一种具有神经毒性的重金属元素, 在人体内无任何生理功能; 铅在人体内的量超过一定水平就会影响人类的健康, 尤其对儿童的生长发育有着重要的影响<sup>[1-2]</sup>。血铅是反映铅暴露的生物监测指标, 石墨炉原子吸收光谱法已成为测定血铅的标准方法之一<sup>[3]</sup>。本文对 PE AA800 石墨炉原子吸收光谱仪测定血铅的实验条件及样品预处理方法进行探讨, 并对其测定结果进行评价, 现报道如下。

## 1 材料与与方法

**1.1 仪器与试剂** 美国 PE 公司 AA800 原子吸收光谱仪; THGA 石墨炉原子化器; Zeeman 效应背景校正器; 热解涂层石墨管; 自动进样器; 铅空心阴极灯; PE 公司基底改进剂: NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 及 Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 北京普析通用公司提供的 MG2 型铅铬稀释液; 美国 BD 公司提供的全血铅铬三水平质控品; 国家全血铅标准溶液(GBW08619); 实验用水均为去离子超纯水(18.2 兆欧); HNO<sub>3</sub>(优级纯); 实验所用器材均用 10% HNO<sub>3</sub>(优级纯)浸泡过夜, 去离子水冲净晾干备用。

**1.2 仪器工作条件** 波长 283.3 nm; 灯电流 80 mA; 狭缝 0.7 nm; 进样量 20 μL; Zeeman 效应背景校正器; 保护气为氩气(Ar), 原子化时停气; 两步干燥, 斜坡升温; 样品进样量 20 μL, 基底改进剂 5 μL, 0.05 mg NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 及 0.003 mg Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 进样总体积 25 μL。

**1.3 样品采集与保存** 用美国 BD 公司生产的血铅专用采血管, 采集静脉血 2~3 mL, 充分混匀后, 取 40 μL 全血加入普析稀释液 360 μL 中, 10 倍稀释, 充分混匀, 超过标准曲线线性范围时加大稀释倍数。冻干牛血质控盲样样品处理同上述样品处理方法。

**1.4 标准曲线的制备** 将 50 μg/L 的标准应用液加入样品杯

中, 置于样品盘上, 经仪器自动稀释为 0、10、20、50 μg/L, 并加入基底改进剂, 在上述条件设置下, 测定吸光度, 仪器自动将测得的吸光值减去零点吸光值后, 绘制出标准曲线。

**1.6 样品测定及结果计算** 将处理好的样品移至 1.5 mL 样品杯中, 按号码顺序置于样品盘上, 按制备标准曲线相同条件进行测定, 同时测定空白。仪器自动计算样品中铅的浓度。

## 2 结果

**2.1 基底改进剂的影响和灰化温度的选择** 由于人体血样基体成分的复杂性, 在检测过程中可产生较大的背景干扰, 影响测定结果。本方法加入 NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 及 Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 的混合物作为基底改进剂, 并采用了独特的纵向 Zeeman 效应背景校正技术, 可减少背景干扰, 降低待测元素的挥发性; 同时使灰化温度从 500 °C 提高到 850 °C<sup>[4]</sup>, 使得待测元素及干扰物质能更有效地分离, 提高检测的准确性。

**2.2 标准曲线及其检出限** 本方法中仪器可以根据终浓度标准液自动稀释配备各个标准。自动进行测定并绘制标准曲线, 稀释血样中铅浓度在 0~50 μg/L 的范围内与吸光度线性关系良好。回归方程为 Y = 0.003 5X + 0.000 3, 相关系数 r ≥ 0.99。因仪器性能、环境因素及石墨管衰减等因素, 每次开机测定前要求重新制备标准曲线。本法在波长为 283.3 nm, 当进样量为 20 μL 时, 其检出限为 8 pg。

## 2.3 准确度试验

**2.3.1 血铅标准溶液测定** 采用本法对国家血铅标准溶液(GBW08619)在不同时间进行 10 次测定, 测定值范围为 99.1~101.5 μg/L, 与标准值(100.0 μg/L)相符。

**2.3.2 加标回收试验** 随机抽取 3 份血样分别加入 30、50、100 μg/L 的铅标准溶液进行测定, 加标回收率为 93.2%~

107.4%。

**2.3.3 BD 冻干牛血三水平质控品测定** 采用本方法进行每批样品测定时均同时加入 BD 血铅三水平质控品进行盲样测定,连续测定 20 d。结果见表 1。

表 1 BD 冻干牛血质控品测定结果(μg/L)

质控品编号	测定值范围	$\bar{x} \pm s$	参考平均值	参考范围
质控 1	94.9~120.8	107.8±12.7	110	88.1~13.2
质控 2	243.1~302.7	271.9±28.7	281	225.0~337.0
质控 3	438.7~537.2	488.1±48.4	477	382.0~575.0

**2.4 精密度试验** 分别对国家血铅标准溶液(GBW08619)、50 μg/L 血铅标准溶液及随机抽取的 3 份血样,按本方法进行精密度实验,每个样品平行测定 5 次,变异系数(CV)及相对标准差(RSD)均在允许的范围之内。结果见表 2。

表 2 精密度试验结果

样品	测定值范围(μg/L)	$\bar{x} \pm s$ (μg/L)	CV(%)	RSD(%)
GBW08619	99.5~103.4	101.5±1.8	1.77	1.54
50 μg/L 血铅标准溶液	49.3~50.8	50.1±0.7	1.39	1.15
未知血样 1	29.1~30.2	29.6±0.5	1.68	1.48
未知血样 2	71.2~74.8	72.8±1.9	2.60	2.35
未知血样 3	121.2~126.0	124.0±1.8	1.64	1.47

表 3 干扰试验结果 1

干扰物质	加入浓度	干扰前血铅值(μg/L)	干扰后血铅值(μg/L)	干扰程度(%)
Cd	0.6 μg/L	27.0	25.9	-4.07
Cu	500 μg/L	62.1	61.5	-0.96
Zn	500 μg/L	143.4	147.4	2.51
Ca	2.5 mg/L	206.2	12.9	3.19
Mg	500 μg/L	85.5	88.6	3.62
Fe	2.5 mg/L	112.0	109.0	-2.67

表 4 干扰试验结果 2

干扰物质	干扰前血铅值(μg/L)	干扰后血铅值(μg/L)	干扰程度(%)
Cd+Cu	45.2	45.1	-0.22
Cd+Zn	65.1	66.3	1.84
Cd+Ca	93.6	91.9	-1.81
Cd+Mg	123.0	126.3	2.68
Cd+Fe	33.2	33.0	-0.6
Cu+Zn	76.8	72.3	-5.85
Cu+Ca	38.9	37.6	-3.91
Cu+Mg	22.1	22.5	1.80
Cu+Fe	55.6	57.2	2.87
Zn+Ca	72.3	72.4	0.14
Zn+Mg	43.6	44.5	2.06
Zn+Fe	146.0	148.0	1.37
Ca+Mg	66.8	66.5	-0.45
Ca+Fe	17.4	16.5	5.17
Mg+Fe	52.1	52.5	0.77

**2.5 干扰试验** 为了了解共存离子对血铅测定的影响程度,在血铅测定后分别加入了 Cd 0.6 μg/L、Cu 500 μg/L、Zn 500 μg/L、Ca 2.5 mg/L、Mg 500 μg/L、Fe 2.5 mg/L 的标准液,再测定铅的含量,结果见表 3。将以上干扰物质两两配对后加入到血铅测定标本中,通过测定加入前后的血铅值,结果见表 4。为了解多个共存离子对血铅测定的影响程度,在血铅测定后同

时加入了 Cd 0.6 μg/L、Cu 1 000 μg/L、Zn 1 000 μg/L、Ca 5.0 mg/L、Mg 1 000 μg/L、Fe 5.0 mg/L 6 种标准液,再重新测定铅的含量,结果见表 5。

表 5 干扰试验结果 3

干扰前血铅值(μg/L)	干扰后血铅值(μg/L)	干扰程度(%)
33.1	34.8	5.13
83.4	81.2	-2.63
158.0	161.2	2.02

**2.6 方法应用** 应用本法对 720 例儿童的血铅进行测定,结果血铅平均值为(34.38±29.76)μg/L,且随着年龄的增长铅含量有增高的趋势,但以 5~8 岁儿童铅含量最高,与其他地方报道相符<sup>[5-7]</sup>。同时还对铅污染区的 98 例成年男性和 64 例成年女性进行检测,其中男性血铅平均值为(132±66.2)μg/L,女性为(107±64.3)μg/L,明显高于成年人的平均血铅水平。

**3 讨论**

由于血样基底成分的复杂性,不同的石墨炉原子吸收光谱仪采用的原子化系统、效应背景校正技术、样品前处理及进样方式不同,对血铅的测定结果影响较大,并一直深受检验界的关注<sup>[8-12]</sup>。笔者采用 PE AA800 石墨炉原子吸收光谱仪测定全血铅,血样预处理过程无需消化,操作简便、快速;仪器可全自动进样,保证了进样准确度与重复性;在测定过程中添加基底改进剂,减少了测定过程中的基底干扰,降低了样品背景效应,进一步提高了结果的准确性。总之,该方法简便、快速、准确度和精密度好、检出限低,共存离子对结果干扰小,是一种理想的血铅测定方法。

**参考文献**

- [1] 李毅,李启亮.北京市 6 062 例体检儿童血铅水平与钙、铁、锌的关系[J].中国妇幼保健,2008,23(33):4721-4722.
- [2] 陈海生,李伟华,陈叶,等.高血铅对儿童智力及行为的影响[J].临床儿科杂志,2008,26(3):230-232.
- [3] 徐伯洪,闫慧芳.工作场所有害物质监测方法[M].北京:中国人民公安大学出版社,2003:321-323.
- [4] 杨文英,王宝旺.石墨炉原子吸收法直接测定血铅及其不确定分析[J].现代预防医学,2009,36(11):2110-2112.
- [5] Bloch AB, Rosenblum LR, Guthrie AM. Recommendations for blood lead screening of young children enrolled in medicated; targeting a group at high risk (Advisory Committee on Children Lead Poisoning Prevention, ACCLPP)[J]. MMWR Recomm Rep, 2000, 49 (RR-14):1-13.
- [6] 曾雁玲,钟逸遥,莫礼峰.某市部分地区儿童血铅水平与钙、铁、锌缺乏对儿童生长发育的影响[J].国际检验医学杂志,2011,32(2):173-174.
- [7] 泰俊法,李增禧,楼蔓藤.2003~2007 年中国儿童铅中毒率的分析研究——血铅检测结果[J].广东微量元素科学,2009,16(12):15-28.
- [8] 陈晓红,于笑宇. Zeeman-石墨炉原子吸收测定全血中微量铅[J].光谱学与光谱分析,2005,25(3):477-478.
- [9] 刘梅,刘赞.痕量铅的光分析技术[J].焦作大学学报,2007,21(4):59-61.
- [10] 陈夏芳,陈桂仙.直接稀释-石墨炉原子吸收法测定全血中的铅[J].中国卫生检验杂志,2008,18(6):1100-1102.
- [11] 王俊,刘焕珍,梁疆莉.基体改进剂在血铅测定中的应用[J].中国职业医学,2003,30(3):54-55.
- [12] 余晓刚,邹向宇,余晓丹,等.血铅塞曼石墨炉原子吸收光谱法测定[J].中国公共卫生,2007,23(10):1278.