

ICP-MS 测定全血中锰 (Mn) 元素的含量

ICPMS-210

摘要：全血样品稀释 20 倍，利用岛津 ICPMS-2030 系列直接测定样品中锰 (Mn) 元素的含量。全血样品中含有较高浓度铁 (Fe) 元素和较低浓度的锰 (Mn) 元素，⁵⁶Fe 和 ⁵⁵Mn 为相邻质量数，强度差异大时会产生强峰对弱峰的干扰，影响分析结果的准确度和精密度。经过方法优化后，样品分析结果显示，4 小时内质控样品分析结果与理论值吻合，长期稳定性良好。该方法前处理简单污染少，样本消耗量少，分析速度快，可与其它与人体健康相关的元素同时检测，可实现临床批量样品中的元素分析。

关键词：ICP-OES 全血 痕量 Mn

技术特点：

- ❖ 全血样品直接稀释后测样，避免复杂前处理过程引起的污染和损失，且节约人工和时间成本。
- ❖ 样本消耗量少，符合血液样品样本量少的特点。

元素是维持人体正常代谢和生命活动的重要物质，在体内成为某些酶、激素等的组成部分，元素的缺失和富集可以引起多种疾病。锰是人体必需的微量元素之一，是人体内多种酶的激活剂，锰参与 100 多种酶的激活作用，它与人体内糖、氨基酸、蛋白质、胆固醇的合成、脂肪代谢等密切相关。全血样品中含有较高浓度铁元素和较低浓度的锰元素，⁵⁶Fe 和 ⁵⁵Mn 为相邻质量数，强度差异大时会产生强峰对弱峰的干扰，影响分析结果的准确度和精密度。

ICP-MS 技术不但可以检测复杂基体中微量元素的含量，同时因其极高的仪器灵敏度，可同时检测样品中的痕量元素，因此，ICP-MS 技术成为血液样品中微量和痕量元素同时分析的理想工具。

本文采用 0.2% HNO₃ 将全血样品稀释 20 倍后，直接利用岛津 ICPMS-2030 系列测定了样品中 Mn 元素的含量。该方法前处理简单、灵敏度高、分析速度快、准确度高。

实验部分

1.1 仪器

岛津 ICPMS-2030 系列电感耦合等离子体质谱仪。

1.2 分析条件

ICP-MS 仪器分析条件见表 1 所示。

表 1 ICP-MS 分析条件

参数	参数设定	参数	参数设定
高频功率	1.20 kW	等离子体气流速	9.0 L/min
辅助气流速	1.10 L/min	载气流速	0.70 L/min
炬管类型	Mini炬管	雾化器	同心雾化器
雾化室	旋流	雾化室温度	5°C
采样锥	铜锥	截取锥	镍锥
采样深度	6.0 mm	泵速	10 rpm
碰撞气体	He	碰撞气流速	6 mL/min
池电压	-18 V	能量过滤器电压	7.0 V

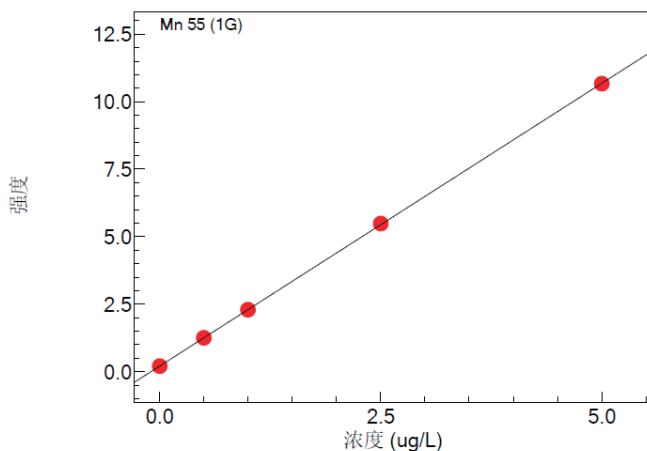
1.3 样品前处理

全血样品采用 0.2% HNO₃ 稀释 20 倍后直接上机测试。同时制备样品空白。

■ 结果与讨论

2.1 标准曲线

使用 0.2% HNO₃ 配制 Mn 标准溶液，标准溶液浓度为 0、0.50、1.00、2.50 和 5.00 μg/L。利用稀释液（10% 异丙醇 + 0.2% 硝酸）配制 Ge 内标元素溶液，浓度为 500 μg/L，在线加入。标准曲线如图 1 所示。



$$\text{浓度} = 0.4775207 * I - 0.1011994$$

$$r = 0.99998 \quad \text{BEC} = 0.1011994 \text{ (ug/L)} \quad 3\sigma = 0.0347142 \text{ (ug/L)} \quad 10\sigma = 0.1157141 \text{ (ug/L)}$$

图 1 Mn 元素标准曲线

2.2 检出限考察

按照实验方法，对方法空白溶液重复测定 10 次，分别以浓度的 3 倍和 10 倍标准偏差（SD）计算仪器检出限和仪器定量限。根据稀释倍数 20 计算 Mn 的方法检出限和方法定量限。结果见表 2。

表 2 检出限和定量限

元素	仪器检出限 (μg/L)	仪器定量限 (μg/L)	方法检出限 (μg/L)	方法定量限 (μg/L)
Mn	0.04	0.2	0.7	3

2.3 分析结果

使用 ICPMS-2030 系列测定牛全血及质控样品 Seronorm™ Trace Elements Whole Blood L-2 中 Mn 元素的含量，实验结果见表 3。牛全血样品分析结果为 28.2 μg/L，10 次测定结果 RSD 值为 2.28%；质控样品平行测定 10 次，分析结果与理论值吻合，精密度 RSD 值为 1.44%。

表 3 样品分析结果

样品名称	测定值 (μg/L)	RSD (% , n=10)	样品含量 (μg/L)	理论值 (μg/L)
牛全血	1.41	2.28	28.2	--
Seronorm™ Trace Elements Whole Blood L-2	1.15	1.44	22.9	22.5±1.8

2.4 稳定性考察

按照实验方法，采用 0.2% 硝酸将质控样品 Seronorm™ Trace Elements Whole Blood L-2 及牛全血样本稀释 20 倍，利用 ICP-MS 分析 Mn 元素。稀释后样品溶液连续进样 4 小时，期间无溶剂清洗。根据质控样品分析结果考察长期稳定性和准确度，4 小时测定结果在理论值范围内（除一个数据外），长期稳定性良好。



图 2. Seronorm™ Trace Elements Whole Blood L-2 长期稳定性和准确度变化图 (4 h)

计算牛全血每次测定结果与平均值的比值，绘制 6 h 长期稳定曲线如图 3 所示，Mn 元素 6 小时分析结果稳定在 7% 以内。

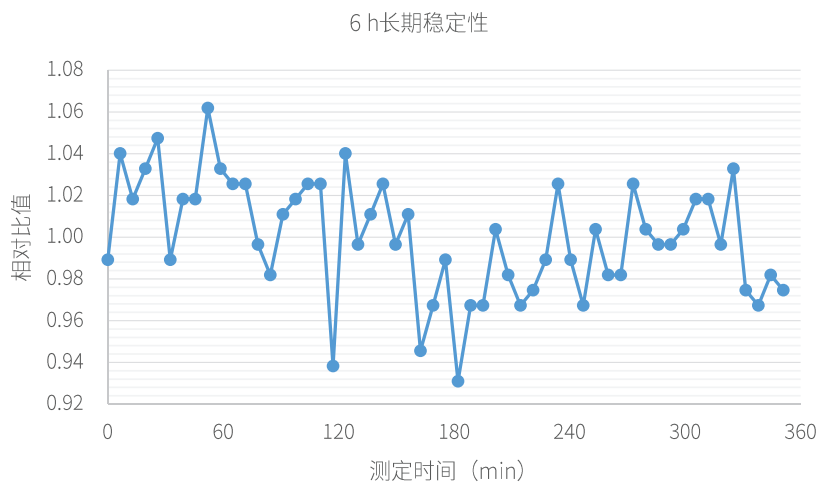


图 3 牛全血长期稳定性变化图 (6 h)

■ 结论

使用岛津 ICPMS-2030 系列电感耦合等离子体质谱仪测定了全血中 Mn 元素的含量。分析结果显示，质控样品测定值与理论值吻合，长期稳定性良好。该方法前处理简单污染少，样本消耗量少，准确度高，分析速度快，可实现临床批量样品 Mn 元素的分析。

岛津应用云

