

# Application News

## No. G286

### 气相色谱法

## 血液中一氧化碳的分析

一氧化碳(CO)是有机化合物不完全燃烧产生的有毒气体。由于CO是引起许多中毒案例的原因,因此测定碳氧血红蛋白含量可作为确定是否发生一氧化碳中毒的指标。气相色谱-热导检测器(GC-TCD)用于分析血液中一氧化碳含量,但灵敏度不高。而介质阻挡放电等离子体检测器(BID)相对于TCD可以高灵敏度检测除了氮气和氖之外的大多数化合物。BID分析非常有用,因为高灵敏度的测量可以减少用于试验的血液样品的体积,并且可以将剩余的血液样品用于其他试验。本文介绍了使用GC-BID测量血液中一氧化碳的应用。

S. Uchiyama

### ■ 分析方法

关于预处理方法,参考“有毒药品的试验方法与注释2006”中的“有毒气体试验方法”。步骤如下。

#### 1. 铁氰化钾水溶液(氧化剂)的制备

将20g铁氰化钾和5g皂苷溶解于蒸馏水中,并定容至100mL。

#### 2. 样品溶液的制备

取血样0.25mL,蒸馏水0.5mL及氧化剂0.25mL加入9mL小瓶中,立即密封。

#### 3. 测量

将血液样品在30°C下保温90分钟后,使用气密注射器向GC注入0.1mL瓶内气体进行测量。

表1 分析条件

仪器	: Tracera (GC-2010 Plus 和 BID-2010 Plus)
色谱柱	: Rt-MSieve5A (30 m × 0.53 mm, df=50μm) 带 2.5 m 颗粒捕集管
柱温	: 100°C
进样模式	: 分流进样, 分流比: 1:7
进样口温度	: 250°C
控制模式	: He 45 cm/sec (恒线速度)
检测器温度	: 280°C
放电气流量	: 50 毫升 / 分钟 (He)
进样体积	: 0.1 毫升

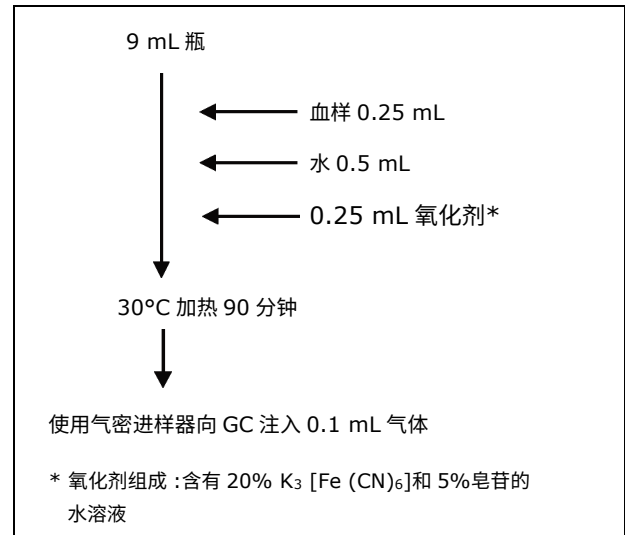


图 1 样品前处理示意图

### ■ 一氧化碳饱和和血样测定

通过在10mL血液样品中通入25mL一氧化碳制备一氧化碳饱和和血液样品,重复该过程九次。未处理血样和一氧化碳饱和和血样按照分析法的步骤2和步骤3进行分析,得到的色谱图如图2所示。

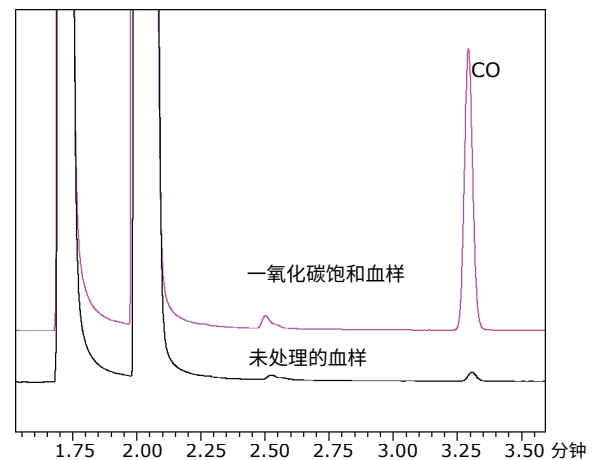


图 2 未处理血样和一氧化碳饱和和血样比较

## ■ 标准曲线线性

用空气稀释一氧化碳标准气体，制作 2~3900 ppm 的标准曲线。标准曲线如图 3 显示。结果表明即使是在 TCD 无法检测出的 2 ppm 低浓度下，在 BID 检测器上也具有足够的灵敏度。

结果显示在 2~3900 ppm 浓度范围内，标准曲线相关系数 ( $R^2$ ) 在 0.999 以上，表现出良好的线性。

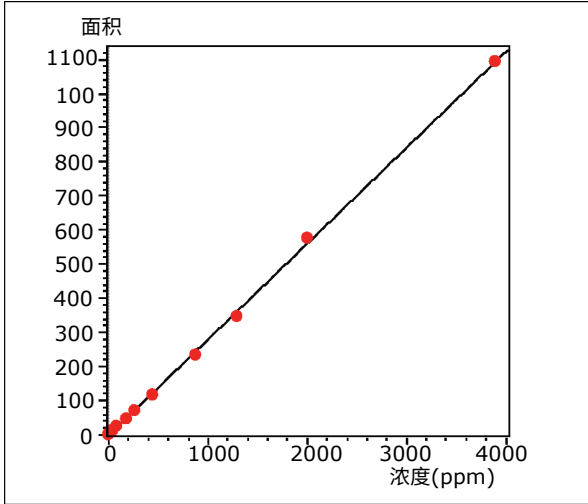


图 3 标准曲线

## ■ 血液中一氧化碳的分析

图 4 表示吸烟者和非吸烟者的血中一氧化碳的分析结果。吸烟者和非吸烟者之间的 CO 浓度存在显著差异。

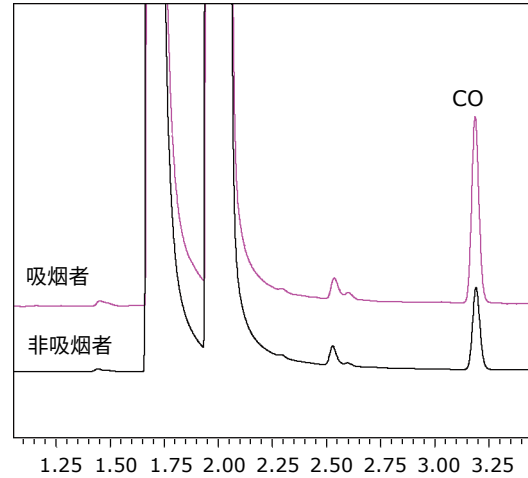


图 4 吸烟者和非吸烟者对比

## ■ 碳氧血红蛋白饱和度计算

碳氧血红蛋白饱和度 (CO-Hb(%)) 的百分比必须进行测量，因为 CO-Hb (%) 与 CO 中毒的程度有关。测定了 6 名吸烟者和 6 名非吸烟者的血中一氧化碳浓度，CO-Hb (%) 的计算结果如表 2 所示。

表 2 碳氧血红蛋白饱和度的计算

		1	2	3	4	5	6
吸烟者	测定值 (ppm)	414	452	285	240	339	318
	CO-Hb 结合量 ( $\mu\text{mol}$ )	0.133	0.146	0.092	0.077	0.109	0.102
	最大 CO-Hb 值。结合量 ( $\mu\text{mol}$ )	2.191	2.412	2.558	2.601	2.586	2.657
	CO-Hb (%)	6.084	6.034	3.587	2.971	4.211	3.854
非吸烟者	测定值 (ppm)	146	158	218	188	207	255
	CO-Hb 结合量 ( $\mu\text{mol}$ )	0.047	0.051	0.07	0.061	0.067	0.082
	CO-Hb 最大结合量	2.617	2.357	2.613	2.530	2.395	2.766
	CO-Hb (%)	1.794	2.156	2.689	2.393	2.777	2.964

\* 使用分光光度计测定 CO-Hb 最大结合量 ( $\mu\text{mol}$ )。

方程

CO-Hb 结合量 ( $\mu\text{mol}$ ) = 顶空瓶内的总 CO 量

=  $A \cdot B / 0.082 / 303 / 1000$

CO-Hb 最大结合量 ( $\mu\text{mol}$ ) = 血液样本中的总血红蛋白

=  $C \cdot D \cdot 4 \cdot 369.2 \cdot 1000 / 64500$

CO-Hb (%) = CO-Hb 结合量 / CO-Hb 最大结合量 \* 100

A: CO 测定值 (ppm)

B: 顶空瓶容量 (毫升)

C 540 nm 处吸光度

D: 使用的血液样本数量 (毫升)

岛津应用云



感谢警察科学研究所的大森健和濑户康夫，他们提供了这次应用报告所使用的数据，并将其制作出来。  
参考：日本医学会：有毒药物的测试方法和注释 2006- 分析，毒性和应对方法



岛津企业管理 (中国) 有限公司  
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话：800-810-0439  
400-650-0439

免责声明：

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；  
\* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。  
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2017 年 3 月