

# 卡托普利修饰电极测定血红蛋白

张荣丽

(化学教研室)

**摘要** 目的 用电化学分析方法测定人体血样中血红蛋白(Hb)的含量。方法 将卡托普利通过分子中的硫原子修饰到银电极表面,利用该修饰电极对血红蛋白的电催化作用,建立了一个测定人体血样中血红蛋白的新方法。结果 在  $5.0 \times 10^{-7} \sim 5.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  的浓度范围内,血红蛋白的峰电流与其浓度呈线性关系。结论 用这种方法测定人体血样中的血红蛋白,方法简单、快速、干扰小。

**关键词** 卡托普利 修饰电极 血红蛋白

**中图分类号** O657.1

近年来,蛋白质电化学研究引起了人们较大兴趣<sup>[1~5]</sup>。用电化学方法检测蛋白质已成为可能。本文利用卡托普利分子中的巯基(-SH),将其修饰到银电极表面,形成了一种新的修饰电极,该电极对血红蛋白(Hb)有良好的催化氧化作用,此法具有快速、不破坏样品、易于自动化等优点,对人体血样的测定结果满意。

## 1 材料和方法

### 1.1 主要仪器与试剂

BAS-100B型电化学分析仪(美国BAS公司),直径2mm的银圆盘电极饱和甘汞电极,铂丝电极。Hb为SIGMA公司产品;pH 6.0 HAc-NaAc缓冲溶液,  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mmol/L}$  卡托普利溶液,所用试剂均为分析纯,实验用水均为二次亚沸蒸馏水。

### 1.2 方法

**1.2.1 修饰电极的制备** 将直径为2mm的银盘电极分别用800和1200号金相砂纸抛光成镜面,置于pH 6.0 HAc-NaAc缓冲溶液中在-0.1~0.4V范围内反复扫描至基线平稳,取出用二次亚沸蒸馏水冲洗,再放入  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  卡托普利溶液中浸泡1h,取出电极用二次亚沸蒸馏水冲洗干净,则电极被修饰完毕。

**1.2.2 作工作曲线** 室温条件下,在10ml容量瓶中,加入一定量的Hb标准溶液,用pH 6.0 HAc-NaAc缓冲溶液稀释至刻度,摇匀。转入电解池中,以修饰电极为工作电极,饱和甘汞电极为参比电极,铂丝电极为对电极,加0.35V的电压富集2min后,在0.35~0V电位范围内进行示差脉冲扫描,图1为不同浓度Hb的示差脉冲响应图。随着Hb浓度的增加,其峰电流逐渐增大,并呈线性关系。用其峰电流与Hb浓度之间的关系作出工作曲线(图2)。

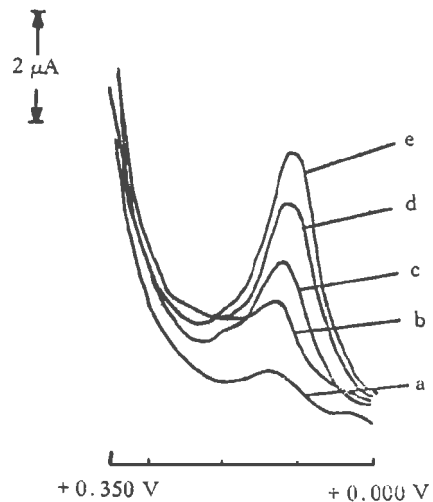


图1 不同浓度Hb存在下,修饰电极的示差脉冲响应图  
Hb浓度( $\times 10^{-6} \text{ mol/L}$ ) a. 0.5, b. 1.0, c. 2.0, d. 3.0, e. 4.0  
扫速: 20 mV/, 脉冲宽度: 0.06 s, 脉冲高度: 30 mV

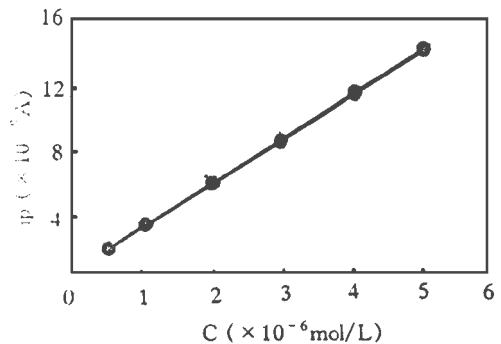


图2 示差脉冲峰电流与Hb浓度的关系

## 2 结果

取人体血样,用pH 6.0 HAc-NaAc缓冲溶液稀释1000倍,在相同条件下,用同样的方法测定样品,根据峰电流从工作曲线查出Hb的含量。3次测定平均结果为  $2.5 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ 。与标准光度法测量结果  $2.4 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  相近,说明本文的电化学方法可用于Hb的分析检测。

### 3 讨论

3.1 修饰电极的稳定性 表面拉曼光谱证明 336  $\text{cm}^{-1}$  处有 Ag-S 键的吸收峰, 阻抗分析表明, 修饰后的电极阻抗增大, 说明卡托普利在 Ag 表面形成了单分子层。该修饰电极在 Hb 溶液中连续测定 300 次, Hb 在电极上的示差脉冲峰电流不变, 说明该电极有良好的稳定性。

3.2 溶液酸度的影响 支持电解质溶液的 pH 值会影响该修饰电极对 Hb 的电催化作用。在 pH 5.5 ~ 6.5 的范围内, Hb 在修饰电极上的峰电流和浓度有良好的线性关系。本实验选用 pH 6.0 HAc - NaAc 缓冲溶液作为支持电解质溶液。

3.3 干扰实验 在本实验条件下, 实际样品中其它蛋白质, 如白蛋白和球蛋白对 Hb 的测定无干扰。

3.4 线性范围 实验表明, 在  $5.0 \times 10^{-7} \sim 5.0 \times 10^{-6}$  mol/L 的浓度范围内, 血红蛋白的峰电流与其

浓度呈线性关系。虽然线性范围仅为一个数量级, 但由于正常人体血样中 Hb 浓度范围为 2.2 ~ 2.6 mmol/L, 所以此法适用于人体血样的测定。

### 参 考 文 献

- 1 曲晓刚, 乔专虹, 陆天虹, 等. 细胞色素 CS 的电化学行为. 分析化学, 1994, 22(12), 1267
- 2 Tominaga M, Kumagai T, Takita S, et al. Effect of surface hydrophilicity of an indium oxide electrode on direct electron transfer of myoglobins. Chem Lett, 1993, 1771
- 3 于秀娟, 曲晓刚, 陆天虹, 等. 维生素 B<sub>1</sub> 对细胞色素 C 电化学反应的影响. 分析化学, 1994, 22(11), 1111
- 4 Zhou J, Wang E. Catalytic reduction of hemoglobin at thionine chemically modified electrode and fia applications. Electrochim Acta, 1992, 37(4), 595
- 5 何亚楠, 李根喜, 史海蓉, 等. 测定血红蛋白的一种电化学方法. 分析化学, 1997, 25(1), 49

(收稿, 1997-12-29 修回, 1998-04-20)

(本文编辑, 孙立杰)

## 香豆素衍生物合成的研究(Ⅲ. 7-羟基香豆素衍生物的合成)

彭震云

(化学教研室)

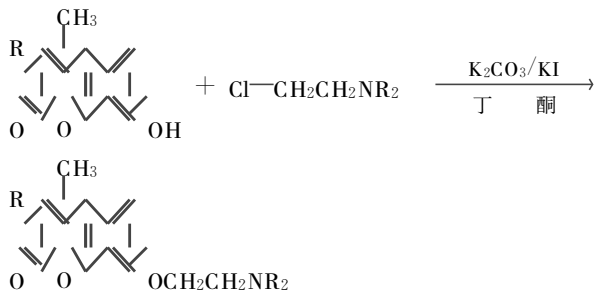
**摘要** 目的 探讨 3-取代氨基乙基-4-甲基-7-羟基香豆素衍生物合成的简便方法。方法 间苯二酚和 2-(β-二乙氨基)乙酰乙酸乙酯经 Pechmann 反应得 3-(β-二乙氨基)乙基-4-甲基-7-羟基香豆素, 再经 Williamson 反应, 生成 7-羟基香豆素的衍生物。结果 元素分析表明实验值与计算值相符。结论 该法是合成 7-羟基香豆素的简便方法。

**关键词** 3-(β-二乙氨基)乙基-4-甲基-7-羟基香豆素 Pechmann 反应 Williamson 反应

**中图法分类号** O621.3 R914.5

香豆素类化合物的生物活性和临床用途早为人们所熟知, 近年来又发现 7-羟基香豆素的某些衍生物还具有扩张冠状动脉作用, 如延痛心, 作为治疗心绞痛药物已用于临床多年, 其化学结构属于 3-(β-二乙氨基)乙基-4-甲基-7-羟基香豆素的衍生物<sup>[1]</sup>。为寻找具有药理活性的化合物及探讨 7-羟基香豆素合成的便利方法, 我们合成了若干 3-(β-二乙氨基)乙基-4-甲基-7-羟基香豆素的衍生物。国内外文献报道过许多合成这类化合物的方法。我们选择以间苯二酚和 2-(β-二乙氨基)乙酰乙酸乙酯为原料, 以 95% 的硫酸为脱水剂进行 Pechmann 反应, 得中间体 3-(β-二乙氨基)乙基-4-甲基-7-羟基香豆素, 其盐酸盐为白色结晶, 性质稳定, 便于保存。然后再经 Williamson 反应, 用各

种取代基置换 7 位羟基上的氢, 即在含有无水碳酸钾的丁酮中, 以少量的碘化钾为催化剂, 使 7-羟基香豆素与活泼的氯代烷反应。此法是制备醚链的经典方法, 产率较高, 反应条件温和, 反应式如下:



### 1 材料和方法