

盐酸普萘洛尔在碳纳米管修饰玻碳电极上的电化学行为及其应用

李晓霞^{1,2}, 李延清¹, 王静², 王姝²

(1. 延安大学, 延安 716000; 2. 陕西师范大学化学与材料科学学院, 西安 710062)

摘要 目的: 建立在碳纳米管修饰玻碳电极上测定盐酸普萘洛尔的新的电化学分析方法。方法: 采用循环伏安法(CV)和微分脉冲伏安法(DPV)。结果: 该法测定盐酸普萘洛尔的线性范围为 $0.20 \sim 17.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 检出限为 $0.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对 $10.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸普萘洛尔进行 11 次平行测定, 相对标准偏差为 2.1%。结论: 碳纳米管修饰玻碳电极与裸玻碳电极相比, 显著提高了盐酸普萘洛尔的氧化峰电流, 降低了氧化峰电位, 提高了测定的灵敏度。所建立的方法可用于盐酸普萘洛尔片剂中盐酸普萘洛尔含量的测定。

关键词: 电化学; 化学修饰电极; 多壁碳纳米管; 盐酸普萘洛尔

中图分类号: R917

文献标识码: A

文章编号: 0254-1793(2010)02-0320-05

Electrochemical behavior of propranolol hydrochloride at carbon nanotubes modified glassy carbon electrodes and its application

LIXiao-xia^{1,2}, LIYan-qing¹, WANG Jing², WANG Shu¹

(1. Yanan University Yan'an 716000, China; 2. School of Chemistry and Materials Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract Objective A novel electrochemical method for the determination of propranolol hydrochloride was developed at multi-wall carbon nanotubes (MWNT) modified glassy carbon electrode (GCE). **Methods** The determination method was cyclic voltammetry (CV) and differential pulse voltammetry (DPV). **Results** There was a good linear relationship between anodic peak current and propranolol concentration in the range from 0.20 to $17.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and a detection limit of $0.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ($S/N = 3$) was achieved. The relative standard deviation was 2.1% for $10.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ propranolol hydrochloride in 11 repeated determinations. **Conclusion** An irreversible oxidation peak was observed at the MWNT modified GCE at 0.961 V (vs SCE) and the electrochemical response of propranolol was greatly enhanced compared with that of at bare GCE. The methods can be used for the determination of the drug in tablets with good results.

Key words electrochemistry; chemically modified electrode; multi-wall carbon nanotubes; propranolol hydrochloride

盐酸普萘洛尔 (propranolol hydrochloride PRO) 为 β 肾上腺素受体阻滞剂, 化学名为 1-异丙氨基-3-(1-萘氧基)-2-丙醇盐酸盐, 其结构如图 1 所示。服用后具有降低心肌收缩性, 减慢心率, 减少心肌耗氧量等作用, 在临床上得到广泛的应用。盐酸普萘洛尔在某些运动项目中被国际反兴奋剂组织 (World Anti-doping Agency, WADA) 列为运动员禁用药物。已报道测定盐酸普萘洛尔的分析方法有色谱法^[1,2]、毛细管电泳法^[3,4]、荧光法^[5]、化学发光法^[6]等。这些方法存在操作烦琐、仪器设备昂贵、选择性差等缺点。电化学分析法因其良好的选择

性、响应快和设备简单等优点而被广泛研究。El-Ries 等^[7]利用滴汞电极对硝基化后的盐酸普萘洛尔进行检测。

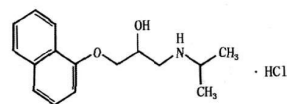


图 1 盐酸普萘洛尔的结构式

Fig 1 Structure of propranolol hydrochloride

Ambrosi 等^[8]在强碱性条件下, 利用金电极对污水中的盐酸普萘洛尔进行检测。碳纳米管自

1991年被发现以来,因其特有的力学、电学和化学性质以及独特的管状分子结构和潜在的应用价值,迅速成为研究热点^[9]。碳纳米管修饰电极已用于多种药物的电化学行为研究和测定^[10-11]。实验中发现,多壁碳纳米管(MWNT)修饰玻碳电极对普萘洛尔具有明显的电催化作用,据此利用多壁碳纳米管修饰玻碳电极,建立了测定盐酸普萘洛尔的电化学分析方法。本文研究了盐酸普萘洛尔在碳纳米管修饰玻碳电极上的电化学行为,建立了盐酸普萘洛尔的微分脉冲伏安测定新方法。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

BAS 100B/W 电化学工作站 (Bioanalytical System, NC, USA)。超声波清洗机 KS-300D (宁波科生仪器厂)。紫外可见分光光度计 (TU-1901, 北京普析通用仪器有限责任公司)。多壁碳纳米管 (纯度 > 95%, MWNT) 购自深圳市纳米港有限责任公司。盐酸普萘洛尔标准溶液 ($1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$): 称取盐酸普萘洛尔标准品 (中国药品生物制品检定所, 分子量 295.8 PRO) 0.0250 g 加水溶解后, 定容于 25 mL 量瓶中, 避光保存, 使用时用 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲液 (pH 7.00 PBS) 逐级稀释。实验中所有试剂均为分析纯。实验用水均为二次去离子超纯水 (Millipore Milli-Q 公司超纯水 $18.0 \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$)。

1.2 实验方法

多壁碳纳米管的预处理参照文献^[12]。玻碳电极的预处理和多壁碳纳米管修饰玻碳电极 (MWNT/GCE) 的制备方法参照文献^[11]。电化学测量使用 BAS 100B/W 电化学工作站, 采用三电极系统: 工作电极为玻碳电极 (GCE, $\varphi = 3 \text{ mm}$) 或多壁碳纳米管修饰玻碳电极 (MWNT/GCE), 参比电极为饱和甘汞电极 (SCE), 对电极为铂丝电极。采用微分脉冲伏安法 (DPV) 进行盐酸普萘洛尔 (PRO) 的定量分析, 微分脉冲伏安法的条件: 电位范围为 750~1100 mV, 扫描速度为 $50 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$, 脉冲宽度 50 ms, 振幅 80 mV, 采样宽度为 17 ms, 富集时间 3 min。除非特别说明, 所有电化学实验均在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 7.00 磷酸盐缓冲溶液中进行, 室温下 ($25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) 实验。

2 结果与讨论

2.1 盐酸普萘洛尔在碳纳米管修饰电极上的电化学行为

图 2 为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 7.00 磷酸盐缓冲溶液中, PRO 在裸玻碳电极和碳纳米管修饰玻碳电极

上的循环伏安图。从图 2(a) 可看出, 在裸玻碳电极上, 从 600~1200 mV 的阳极扫描过程中, PRO 在 1129 mV 出现一弱的氧化峰, 反向扫描时, 没有观察到相应的还原峰; 从图 2(b) 看出, 在 MWNT/GCE 电极上, PRO 在 961 mV 出现一个峰形好的氧化峰, 反向扫描时, 仍然没有观察到相应的还原峰。由图 2 可以得出, PRO 在碳纳米管修饰玻碳电极和裸玻碳电极上的电化学行为均为不可逆的。碳纳米管修饰玻碳电极上 PRO 的氧化峰电流较裸玻碳电极上的峰电流明显提高。碳纳米管修饰电极上峰电流明显增加, 峰电位负移, 说明碳纳米管修饰电极对 PRO 表现出电催化行为。这可能是由于碳纳米管上带有的羧基官能团对 PRO 起了很好的催化作用。碳纳米管特有的纳米尺寸, 电子结构和管表面存在的拓扑缺陷能够促进电子的传递, 碳纳米管修饰的电极表面形成多孔立体界面可为 PRO 电催化氧化提供较多的反应位点, 加速 PRO 电子交换速率^[13]。

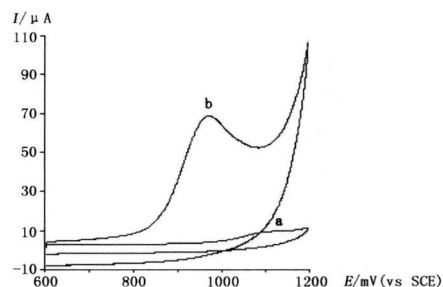


图 2 裸玻碳电极 (a) 和碳纳米管修饰玻碳电极 (b) 上盐酸普萘洛尔的循环伏安图

Fig 2 Cyclic voltammograms of PRO at a bare GCE (a) and a MWNT modified GCE (b) in $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ PBS (pH 7.00)

用循环伏安法研究了不同扫描速度对 PRO 氧化峰电流的影响, 结果如图 3 所示。从图 3(b) 可以看出, PRO 的氧化峰电流 (I_{pa}) 与扫描速度 (v) 在 $20 \sim 250 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间存在良好的线性关系, 相关系数 R 为 0.9989。表明 PRO 在 MWNT/GCE 电极上的电化学氧化反应过程是受吸附控制的电极反应过程。图 3(c) 为峰电位和扫描速度的关系图, 可以看出峰电位 (E_{pa}) 和扫描速度的对数 ($\ln v$) 呈良好的线性关系, 相关系数 R 为 0.9920, 斜率为 0.033。根据不可逆过程中受吸附控制的完全不可逆反应, 氧化峰电位

(E_p) 与扫描速度 (v) 的关系式 ($E_p = E^0 + \frac{RT}{\alpha n F} \ln \frac{RTK_s}{\alpha n F} - \frac{RT}{\alpha n F} \ln v$ ^[14]), 其中 T 为 298 K, n 为参与电极反应电子转移数, α 为电荷转移系数, F 为法拉第常

数 $96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$, 求得 $\alpha n = 0.78$ 对于不可逆反应过程, α 通常取 $0.5^{[15]}$, 则 $n \approx 2$ 由此可知 PRO 的氧化反应涉及两电子转移, 与文献报道^[16] 结果一致。

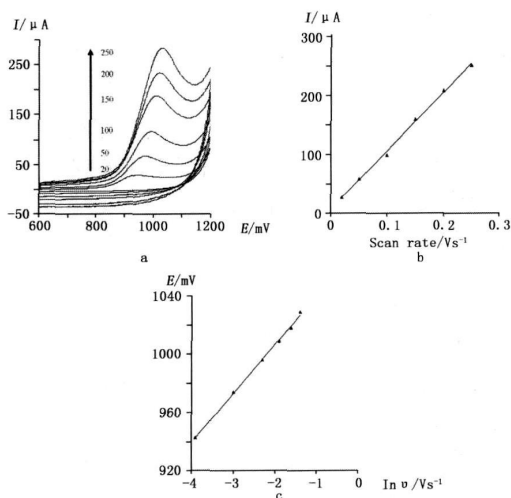


图 3 (a) 不同扫速下碳纳米管修饰电极上盐酸普萘洛尔的循环伏安图; (b) 峰电流与扫速的关系; (c) 峰电位与扫速的关系

Fig 3 (a) Cyclic voltammograms of PRO at the MWNT modified GCE at different scan rates from 20 to $250 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$ in $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ PBS (pH 7.00). (b) The linear relationship between the peak currents and the scan rates (c) The linear relationship between the peak potentials and the logarithm of scan rates PRO, $14.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

实验中利用循环伏安法考察了 PRO 在不同底液 [Britton-Robinson 缓冲溶液 (pH 2.00~4.00)、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc-NaAc 缓冲溶液 (pH 4.00~5.80)、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲溶液 (pH 6.00~9.00)] 中的电化学行为。实验结果表明, PRO 的氧化峰电位随着溶液 pH 的增加逐渐负移, 说明有质子参与 PRO 在电极上的氧化反应。同时氧化峰电位与 pH 呈良好的线性关系, 斜率为 64 mV/pH , 表明 PRO 的氧化反应是等电子对应等质子的反应, 即为两电子两质子的反应。而 PRO 氧化峰电流 I_{pa} 在 7.00~9.00 范围内基本不变, 再增大 pH PRO 的氧化峰电流逐渐降。

为了验证这一过程为两电子两质子的反应, 将 $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PRO 的 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲溶液 (pH 7.00) 在 1.2 V 开始电解直到电解电流趋于零, 记录电解过程的电量为 Q_{10} 。将 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲溶液 (pH 7.00) 在相同的条件下电解, 记录电解过程的电量 Q_2 。同时将 $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PRO 的 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲溶液和电解后的溶液

进行分光光度分析, 结果发现, 电解前在 290 nm 有强烈的吸收峰, 电解后 290 nm 处的吸收峰几乎消失, 说明电解过程十分充分。根据公式 $\Delta Q = Q_1 - Q_2 = nFCV$ (其中 C 和 V 分别为 PRO 溶液的浓度和体积, n 为电子转移数, F 为法拉第常数), 计算电子转移数 n 为 1.70, 表明 PRO 的电极反应过程是 $2e^- 2H^+$ 的转移过程。

2.2 盐酸普萘洛尔的测定

基于多壁碳纳米管修饰电极对 PRO 的电化学催化行为, 建立测定 PRO 的电化学分析方法。

2.2.1 实验条件的选择

碳纳米管用量的影响: 碳纳米管修饰电极的碳纳米管的用量直接影响待测物质的电化学响应。实验中考察了碳纳米管的滴涂量对电化学响应的影响。固定碳纳米管的浓度为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, 在 5.0~30 μL 之间改变滴涂的体积, 考察了 PRO 在修饰电极上的电化学响应。实验结果表明, 从 5.0 到 15 μL 逐渐增大碳纳米管的用量, 电化学响应逐渐增大, 继续增大碳纳米管的用量, 电流趋于稳定, 实验中选择碳纳米管的用量为 15 μL 。同时考察了该修饰电极对电化学物质的响应稳定性。连续 11 次测量, 对 PRO 的 RSD 为 2.6%, 说明利用 15 μL 碳纳米管修饰的电极具有很好的稳定性。

电化学参数的选择: 实验中考察电化学分析方法与参数对 PRO 测定的影响。实验结果表明, 采用单扫描伏安法、计时电流法和微分脉冲伏安法均可对 PRO 进行电化学分析测定, 但利用微分脉冲伏安法检测 PRO 的灵敏度更高。故本文采用微分脉冲伏安法对 PRO 进行定量分析测定。在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ pH 7.00 的磷酸盐缓冲液中, 考察了扫描电位范围 (0~1200 mV) 和扫描速度 ($5 \sim 100 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$) PRO 的电化学条件对催化电流的影响。结果表明, 微分脉冲伏安法的条件为: 扫描速度为 $50 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$, 脉冲宽度 50 ms, 振幅 80 mV, 采样宽度为 17 ms, 响应电流达到最大。在实验中, 选择扫描速度为 $50 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$, 脉冲宽度 50 ms, 振幅 80 mV, 采样宽度为 17 ms, 静止时间 2 s。

富集时间对 PRO 氧化峰电流有影响: 随富集时间的延长, PRO 的氧化峰电流逐渐增大。当富集时间为 3 min 时, 峰电流达到最大; 当富集时间超过 3 min 后, 峰电流趋于平缓。说明 PRO 在电极表面发生了吸附, 富集 3 min 后多壁碳纳米管表面吸附的 PRO 达到饱和。故实验中选择富集时间为 3 min。

2.2.2 线性范围和检出限

在优化实验条件下,利用碳纳米管修饰玻碳电极对 PRO 进行测定。图 4 为不同浓度的 PRO 在碳纳米管修饰玻碳电极上的微分脉冲伏安曲线及其线性关系。PRO 的氧化电流 I_p 与 PRO 的浓度在 $0.20 \sim 17.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围内呈良好的线性关系 (图 4), 线性方程为 $I_p (\mu\text{A}) = 0.43 + 5.54C (C/\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}, I_p/\mu\text{A})$, 相关系数为 0.9962。检出限为 $0.09 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对 $10.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PRO 进行 11 次平行测定, RSD 为 2.1%。

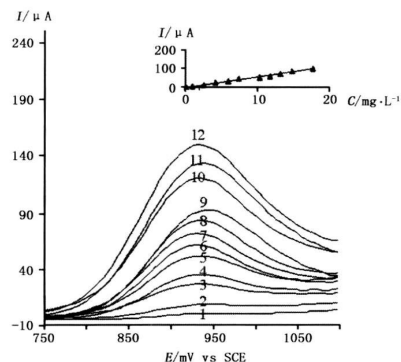


图 4 不同浓度的盐酸普萘洛尔在碳纳米管修饰玻碳电极上微分脉冲伏安曲线及其线性关系图

Fig 4 Differential pulse voltammograms of different concentrations of PRO at the MWNT modified GCE, (insert calibration curve of PRO)

1. $0.20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 2. $1.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 3. $2.60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
4. $4.14 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 5. $5.92 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 6. $7.40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
7. $10.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
8. $11.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 9. $13.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 10. $14.8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
11. $17.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 12. $20.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

2.2.3 干扰实验

在选定的实验条件下,对 $10.4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ PRO, 考察了片剂中常见组分及一些共存组分,同类药物对测定 PRO 的影响。结果表明,在保持相对测量误差不超出 $\pm 5\%$ 范围情况下,100 倍 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} , 200 倍淀粉、糊精、D-半乳糖、羧甲基纤维素,10 倍抗坏血酸、尿酸及同类药物阿替洛尔对测定无干扰。

2.2.4 样品分析

分别取 PRO 样品 10 片 (西安瑞漳制药有限公司, H61022221 和山西亚宝制药有限公司, H14024001), 研细。精确称取 PRO 细粉适量 (约相当于盐酸普萘洛尔 10 mg), 加水溶解并定容至 25 mL 量瓶。校准曲线法测定样品含量, 结果见表 1。测定结果与药典法 (紫外可见光度法^[18]) 测定结果一致。

表 1 盐酸普萘洛尔的测定结果

Tab 1 Determination results of PRO in tablets ($n = 3$)

样品 (sample table)	标示量 (claimed) /mg per tablet	本方法 (present method) /mg	RSD /%	药典方法 (ChP method ^[17]) /mg
H61022221	10	9.9	2.8	10.1
H14024001	10	10.1	2.2	9.7

3 结论

本文研究了盐酸普萘洛尔在碳纳米管修饰的玻碳电极上的电化学行为,建立了盐酸普萘洛尔的微分脉冲伏安测定新方法。本文采用的碳纳米管修饰玻碳电极与裸玻碳电极相比,显著提高了盐酸普萘洛尔的氧化峰电流,降低了氧化峰电位,提高了测定的灵敏度。本文建立的方法与色谱法^[2] ($8.2 \times 10^{-4} \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、毛细管电泳法^[5] ($0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 比较,虽然对 PRO 的检出限偏高,但具有仪器简单,试剂消耗少的优点,而且能满足国际反兴奋剂组织对于 PRO 检测的最小检出限 $0.5 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的要求^[18]。

致谢:感谢陕西省教育厅科技项目 (08JK488)、延安市科学技术研究发展计划项目和延安大学科研项目的大力资助。

参考文献

- 1 Geiser F, Schultz M, Betz L, et al. Direct preparative enantioselective chromatography of propranolol hydrochloride and thioridazine hydrochloride using carbon dioxide-based mobile phases. *J Chromatogr A*, 1999, 865: 227.
- 2 Kataoka H, Narimatsu S, Lord H L, et al. Automated in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry for the determination of β -blockers and metabolites in urine and serum samples. *Anal Chem*, 1999, 71: 4237.
- 3 Bai XX, You TY, Sun HW, et al. Determination of propranolol by capillary electrophoresis with end column amperometric detection. *Electroanalysis*, 2000, 7: 535.
- 4 Juan JBN, Juana RF, Gregorio CP, et al. Development and validation of a capillary zone electrophoresis method for the determination of propranolol and N-desisopropylpropranolol in human urine. *Anal Chim Acta*, 2006, 559: 9.
- 5 Pulgarin JM, Molina AA, Lopez PF. Simultaneous determination of atenolol, propranolol, dipyrindamol and an ibride by means of non-linear variable-angle synchronous fluorescence spectrometry. *Anal Chim Acta*, 1998, 370: 9.
- 6 Marques KL, Santos JLM, Jos LE, et al. Chemiluminescent determination of propranolol in an automated multicommutated flow system. *J Pharm Biomed Anal*, 2005, 39: 886.
- 7 El-Ries MA, Abou-Sekkina MM, Wassel AA. Polarographic de-

- tem ination of propranolol in pharmaceutical formulation. *J Pharm Biomed Anal*, 2002, 30: 837
- 8 Ambrosia, Antiochia R, Campanella L, *et al*. Electrochemical determination of pharmaceuticals in spiked water samples. *J Hazardous Mater*, 2005, 122: 219
 - 9 Baughman RH, Zakhidov AA, deHeerWA. Carbon nanotubes – the route *Toward Appl Sci*, 2002, 297: 787
 - 10 X I X i a (习霞), M I N G L i a n g (明亮), L I U J i e (刘杰). Electrochemical behavior and determination of nifedipine at multi-wall carbon nanotube modified electrode (硝苯地平在多壁碳纳米管修饰电极上的电化学行为及伏安测定). *Chin J Pharm Anal* (药物分析杂志), 2007 (5): 689
 - 11 L I X i a o - x i a (李晓霞), S H E N L i - h u a (申丽华), W A N G S h u (王姝), *et al*. Electrochemical behavior of atenolol at multi-wall carbon nanotubes modified glassy carbon electrodes and its analytical application (多壁碳纳米管修饰电极上阿替洛尔电化学行为的研究及其测定). *Chin J Anal Lab* (分析试验室), 2008, 27(6): 1
 - 12 Q i H L, Zhang CX, Li X R. Amperometric third-generation hydro-
 - gen peroxide biosensor incorporating multi-wall carbon nanotubes and hemoglobin. *Sensors Actuators B*, 2006, 114: 364
 - 13 Wang JX, Li MX, Shi ZJ, *et al*. Electrocatalytic oxidation of 3,4-dihydroxyphenylacetic acid at a glassy carbon electrode modified with single-wall carbon nanotubes. *Electrochim Acta*, 2001, 47: 651
 - 14 Laviron E. General expression of the linear potential sweep voltammogram in the case of diffusionless electrochemical systems. *J Electroanal Chem*, 1979, 101: 19
 - 15 Bard AJ, Faulkner LR. *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*. John Wiley and Sons Inc New York, 2001. 97
 - 16 Bekl F, Al-Dieb OA, Al-Majed AA, *et al*. Voltammetric determination of N-nitrosoderivatives of atenolol and propranolol in simulated gastric juice. *Il Farmaco*, 1999, 54: 700
 - 17 ChP (中国药典), 2005, Vol II (二部): 579
 - 18 World Anti-doping Agency Project Team, minimum required performance limits for detection of prohibited substances. <http://www.Wada-ama.org/>

(本文于 2009 年 4 月 8 日收到)

中国药学会 2010 年国际学术交流计划

经学会国际交流工作委员会审议报理事长、秘书长联席会议通过, 编制 2010 年中国药学会国际学术交流工作计划如下:

序号	项目名称	时间(进度)	项目地点
1	FIP-WHO 图书《发展药学实践—以患者为中心》翻译出版工作	5月完稿, 6月向 FIP-WHO 提交图书电子版, 下半年印刷向全国范围内免费发放	北京
2	欧洲医院药师协会第十五届年会	3月 24-26日	法国, 尼斯
3	欧洲第二十届欧洲临床微生物学与传染病大会	4月 10-14日	奥地利, 维亚纳
4	第二届亚洲阿登制药技术研讨会暨中国药学会药剂专业委员会 2010 年学术年会 主题: 难溶药物制剂策略	6月 11-13日	沈阳
5	两岸临床实验管理与发展研讨会	6-7月	台湾
6	FIP 世界药学会大会暨 FIP 第 70 届年会(侧重药学实践领域)	8月 28-9月 2日	葡萄牙, 里斯本
7	FIP 2010 年世界药科学大会暨美国药科学家协会年会与展览会(侧重药学科领域)	11月 14-18日	美国, 新奥尔良

联系方式: 中国药学会国际交流部

电话: 010-58699271; 传真: 010-58699272

联系人: 葛军华 张子烨

详情请浏览中国药学会网站 www.cpa.org.cn