



Application Note AN-EC-040

电化学发光(ECL)检测芬太尼

基于电化学发光的芬太尼简易检测系统

电化学发光(ECL)是将电化学过程与光发射相结合的高灵敏度分析技术,凭借通用性、灵敏度及与多种发光物质的兼容性,广泛用于临床分析、环境检测与生物分析研究。

芬太尼是一种合成阿片类镇痛药与麻醉药,药效约为吗

啡的 100 倍、海洛因的 50 倍。虽有医用价值,但非法芬太尼在黑市流通,已成为全球性公共卫生隐患。

现有芬太尼检测方法普遍耗时、昂贵或依赖复杂仪器。本应用笔记介绍一种**电化学发光(ECL)检测方法**,可实现**快速、简便、低成本**的芬太尼检测。

仪器与软件

ECL 实验采用SpectroECL仪器进行,检测器可选用微光谱电解池(图 1) 或光电二极管电解池(ECLPHOTODIODECELL)。
ECL 实验使用金丝网印刷电极(SPE,型号 220AT)。
SpectroECL 由DropView SPELEC软件控制,可同步采集电化学信号与发光信号,同时内置数据处理与分析工具。表 1 列出了本研究使用的全部硬件与软件。



图1. SpectroECL 仪器与微光谱电解池

表 1 硬件与软件设备清单

设备	物料号
仪器	SPECTROECL
电解池	ECLPHOTODIODECELL
金丝网印刷电极(Gold SPE)	220AT
丝网印刷电极连接线	CAST
软件	DropView SPELEC

芬太尼药物的电化学发光（ECL）检测

实验所用试剂包括:芬太尼 CII(USP 对照品)、三 (2,2'-联吡啶) 二氯化钌 (II) 六水合物(Rubpy,Sigma-Aldrich)、氯化钠(Sigma-Aldrich)、氯化钾(Sigma-Aldrich)、磷酸氢二钠(Sigma-Aldrich)、磷酸二氢钾(Sigma-Aldrich),所有试剂均为分析纯,直接使用。水溶液采用超纯水(Millipore Direct-QTM 5 系统)配制

。ECL 检测体系以 Rubpy 为发光体、芬太尼为共反应剂,在 0.1 mol/L PBS 水溶液缓冲液(pH 6)中进行。Rubpy 经电化学氧化后,引发一系列化学反应,在 620 nm 波长处产生特征光发射;该发光强度与芬太尼浓度相关,可实现该化合物的定量检测。

本研究采用微光谱电解池,对该阿片类药物存在下的 Rubpy 发光特性进行了初步评估与表征。为优化 ECL 信号,使用金丝网印刷电极(金 SPE)与 pH 6 的 PBS 缓冲液,在 0.40 V 至 1.20 V 电位范围内进行扫描。微光谱检测器可采集可见光谱,为研究体系的机理解析提供关键信息。图 2 证实,在芬太尼作为共反应剂的条件下,Rubpy 于 620 nm 处产生特征发光;而含芬太尼的空白实验未出现任何 ECL 发光峰。

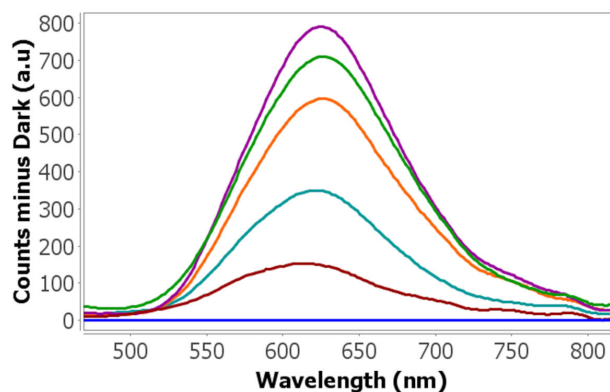


Figure 2. Rubpy 的特征 ECL 发射光谱 实验条件：电位扫描范围 0.40 V 至 1.20 V，体系含 0.0025 mol/L Rubpy、0.0001 mol/L 芬太尼，溶剂为 0.1 mol/L PBS (pH 6) 溶液。纵轴：Counts minus Dark (a.u.) (扣除暗背景的计数, 任意单位) 横轴：Wavelength (nm) (波长, 纳米)

在确认 Rubpy 的发光特性后,本研究采用 SpectroECL 仪器与光电二极管电解池,用于分析更低浓度的芬太尼样本。实验保持与微光谱电解池测试一致的电化学条件。

光电二极管电解池采集的信号为总 ECL 发射强度(绿色曲线,图 3),而非全波段发光光谱;同时同步记录电化学信号(蓝色曲线,图 3)。尽管该检测器无法区分波长,但具备极高灵敏度。实验结果显示,当电位高于 0.85 V 时,ECL 信号显著上升;在约 1.00 V 时达到峰值。

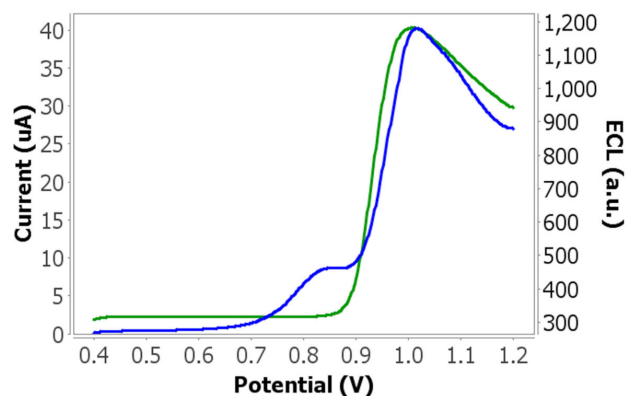


图3. 线性扫描伏安法与 Rubpy 的 ECL 发射 实验条件：0.0025 mol/L Rubpy、0.001 mmol/L 芬太尼，溶剂为 0.1 mol/L PBS (pH 6) 溶液。

测定 1.00 V 电位下的 ECL 信号强度,绘制 0.0001 mmol/L 至 0.01 mmol/L 浓度范围的芬太尼校准曲线(图 4)。高相关系数($R^2 = 0.998$)证实,该 ECL 方法在此浓度范围内对芬太尼检测具有良好的线性与灵敏度。



图4. 1.00 V 电位下不同浓度芬太尼与 0.0025 mol/L Rubpy 在 0.1 mol/L PBS (pH 6) 溶液中的 ECL 强度校准曲线

结论

电化学发光(ECL)是一项强大的分析技术,可在多种发光体研究中提供可靠结果。将用于获取 ECL 发射光谱的微光谱电解池,与通过测量总 ECL 强度提升灵敏度的光电二极管检测器联用,既能清晰解析分析体系的作用机理,又可实现目标分析物的准确定量。

本应用报告以概念验证方式,基于芬太尼存在下 Rubpy 的特征 ECL 发射,成功实现了芬太尼的检测。由于 ECL 信号强度与溶液中芬太尼浓度呈正相关,该研究结果为开发用于阿片类药物检测的 ECL 传感器开辟了新路径。

CONTACT

Metrohm Taiwan Ltd.
開封街二段 46 號 5 樓
108 台北市

info@metrohm.com.tw



SpectroECL 将一个双恒电位仪/恒电流仪和一个微型光谱仪集成在一个用于丝网印刷电极的创新电池中。这种小型化的便携式仪器非常适合进行电致化学发光(ECL)测量。



用于丝网印刷电极的检测池,可执行电化学发光测量。
该 ABS 检测池包含一个带前置放大器的硅光电二极管,其光谱响应范围为 340 - 1100 nm,峰值灵敏度波长为 960 nm。

该检测池应与 μ Stat ECL 或 μ Stat SpectroECL 电化学发光仪器配合使用。