

头发检毒机制研究一例

A case study on the mechanism of hair drug detection

朱怀川 张旭东 黎书和 周国梁 (长沙市公安局毒品检测鉴定中心, 湖南 长沙 410000)

Zhu Huaichuan Zhang Xudong Li Shuhe Zhou Guoliang (Drug detection and identification center of Changsha Public Security Bureau, Hunan Changsha 410000)

摘要: 目的: 根据公安部《涉毒人员毛发样本检测规范》、《毛发中甲基苯丙胺等11种毒品及代谢物的测定》, 研究掌握甲基苯丙胺及其代谢物苯丙胺在头发中生长规律, 推广毛发检毒技术应用于禁毒实战。方法: 采集一名已经强制隔离戒毒6个月的女性头发, 采用AB SCIEX 6500+QTRAP液相色谱-串联质谱联用仪(LC-MS/MS)分段进行定量检验。结果: 贴近头皮的3cm头发中未检出甲基苯丙胺原药及其代谢物。结论: 人体吸食毒品后, 药物与头发中角质蛋白结合后伴随头发向前生长, 发根端3cm头发检毒阴、阳性结果可以验证该对象是否在近6个月以内吸食过毒品。

关键词: 头发检毒; 机制原理; 甲基苯丙胺; 液相色谱-串联质谱联用仪(LC-MS/MS)

Abstract: OBJECTIVE: To study the growth pattern of methamphetamine and its metabolite amphetamine in hair and to promote the application of hair drug detection technology in the anti-drug field according to the Ministry of Public Security's "Specification for Detection of Hair Samples of Drug-Related Personnel" and "Determination of Methamphetamine and Other 11 Drugs and Metabolites in Hair". METHODS: Hair was collected from a female who had been in mandatory drug isolation for 6 months. An AB SCIEX 6500+ QTRAP liquid chromatography-tandem mass spectrometer (LC-MS/MS) was used for quantitative examination in segments. RESULTS: No methamphetamine prodrug and its metabolites were detected in 3 cm of hair close to the scalp. CONCLUSION: After human drug use, the drug binds to keratin in the hair and grows forward along with the hair. The negative and positive results of 3 cm hair drug detection at the root end of the hair could verify whether the subject had taken drugs within the last 6 months.

Keywords: hair drug detection; mechanism; methamphetamine; liquid chromatography-tandem mass spectrometer (LC-MS/MS)

1 前言

头发检毒在法庭毒品检验领域具有独特的优势。头发可提供其他生物检材如血液、尿液、胆汁等不具备的长期用药信息; 头发的采集相对容易, 携带方便, 容易长期保存; 毒品在头发中代谢较慢可长期存在, 这些因素为毒品分析提供了较好的条件。然而, 毒品与头发的结合状况以及毒品随头发生长的速度对分析检测结果产生直接影响。因此, 研究和探讨毒品在头发中代谢规律和迁移规律, 对于提高头发检毒的准确性与可靠性具有重要意义。

2 头发检毒机制

头发是由表皮退化的角质层衍生而来的一种独特的基体, 是皮肤的附属器, 其主要成分为角蛋白, 角蛋白主要由氨基酸链和肽键组成, 肽键极性较强, 很容易与有机分子结合。毒品原药成分通过血液循环输送到毛囊, 并被头发中的角质蛋白记录 and 固定, 进而沉积在毛髓质和毛皮质中, 毒品原药及其代谢物与头发结合后随着头发向前生长, 而不沿着毛干进行扩散。通常情况下, 头发以每月0.8~1.2cm的速度生长, 因此, 约3~5天的时

间含有毒品成分的一段头发会长出头皮, 通过对头发分成发根、发梢数段进行定量测定, 根据每段的测定结果, 结合头发的生长速度, 大致可以推测出涉毒人员吸毒时间, 从而监测分析涉毒人员的吸毒史。

3 对象与方法

3.1 实验对象

本次实验采集一名因吸毒被强制隔离戒毒6个月后的女子头发(其被查处后6个月内未修剪头发)若干, 从贴近头皮处剪取整根头发, 总长约9.5cm, 该女子因吸食甲基苯丙胺被强戒。

3.2 实验方法

技术员将此份头发从发根到发梢以0~3cm、3~6cm、6~9cm剪成三段, 依次标记为Y01号、Y02号、Y03号样品, 分别进行清洗、晾干、称重、振荡研磨、超声提取。并同步提取清洗液, 配置空白样品和标准样品(1ng/mL), 供仪器分析。最后采用单点法定量分析。

仪器: ACQUITY-SCIEX QTRAP@6500+液相色谱质谱联用仪。

液相色谱参考条件: ①色谱柱: Restek Allure® PFP

Propyl 液相色谱柱（或其他等效柱），100mm × 2.1mm，5 μm；②流动相：A 为水相（3.15g 甲酸铵、1mL 甲酸、499mL 纯水），B 为有机相（纯乙腈），待测物分离洗脱如表 1；③流速：0.4mL/min；④柱温：室温；⑤进样量：1 μL。

表 1

Time	Flow Rate	%A	%B	Curve
Initial	0.4	95.0	5.0	Initial
4.00	0.4	55.0	45.0	6
8.00	0.4	5.0	95.0	6
9.00	0.4	95.0	5.0	6
10.00	0.4	95.0	5.0	6

质谱条件：①离子源：电喷雾电离 - 正离子模式（ESI+）；②检测方式：多反应监测（MRM）；③离子源电压（IS）：5500V；④碰撞气（CAD）、气帘气（CUR）、雾化气（GS1）、辅助气（GS2）均为高纯氮气，使用前调节各气流流量以使质谱灵敏度达到检测要求；⑤喷雾电压（IS）、去簇电压（DP）、碰撞能量（CE）等电压值应优化至最佳灵敏度。

表 2 AMP（苯丙胺）、

MAMP（甲基苯丙胺）的定性离子对、定量离子对、去簇电压（DP）、碰撞能量（CE）和保留时间（tR）

名称	定性离子对	DP (V)	CE (eV)	保留时间 (min)
Amphetamine	136.1/119.1	40	12	2.57
	136.1/91.1 ¹⁾		22	
Methamphetamine	150.1/119.1	30	14.8	2.68
	150.1/91.1 ¹⁾		25	

注：1) 为定量离子对。

4 结果与讨论

4.1 结果

检验结果表明，空白样品中未检出毒品成分。Y01 号样未检出甲基苯丙胺原药及原药代谢产物苯丙胺，Y02 号样和 Y03 号样均检出甲基苯丙胺及原药代谢产物苯丙胺，两个样品中检出的甲基苯丙胺的色谱保留时间与对应标准样品（1ng/mL）一致，且甲基苯丙胺定量离子对 150.1/91，定性离子对 150.1/119.1 均出现，丰度比一致且峰型好。根据称重量和峰面积采用单点法计算【毒品含量（ng/mg）= 检出毒品成分峰面积 / 标准品检出成分峰面积 * 2/20】Y02 号样的甲基苯丙胺浓度为 1.477ng/mg，Y03 号样的甲基苯丙胺浓度 5.623ng/mg，

色谱图如下：

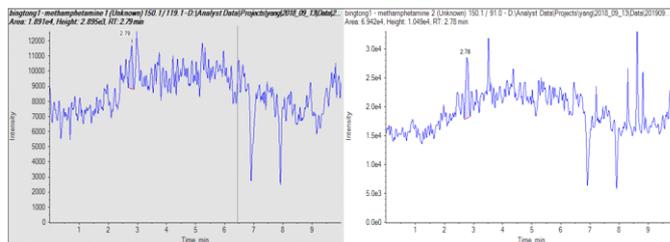


图 1 空白样品

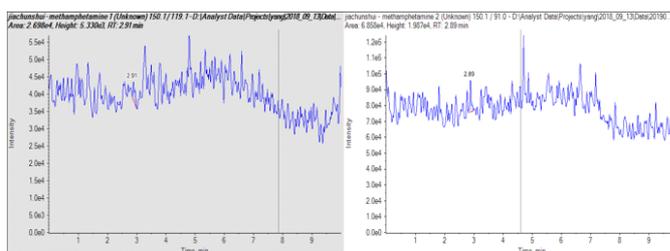


图 2 Y01 号样谱图

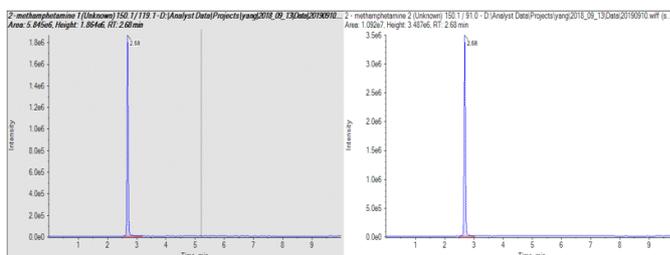


图 3 Y02 号样谱图

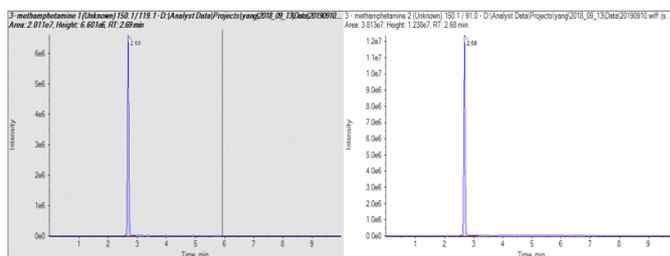


图 4 Y03 号样谱图

4.2 结论

通过实验，可以得出结论，一是人体吸食甲基苯丙胺中断 6 个月后，毒品原药在人体内基本代谢完毕（排除极个别个体身体条件差异），近发根端 3cm 头发中甲基苯丙胺和苯丙胺基本为零。二是根据公安部《涉毒人员毛发检测规范》，发根端 3cm 以内的头发样本检测含量阈值 > 0.2ng/mg 的为阳性，表明被检测人员在毛发样本提取之日前 6 个月以内摄入过毒品。本实验从侧面论证了上述结论的可靠性，将对头发检毒应用于禁毒实战业务更有依据。

参考文献：

- [1] 苗翠英, 吴洋. 毛发中毒品分析 [J]. 刑事技术, 2006(01): 32-35.
- [2] 公安部. 涉毒人员毛发样本检测规范 [Z]. 公禁毒 [2018] 938 号.