

毛发中毒品检测技术及其在毒情监测中的应用*

张婷婷^{1,2} 吴健美^{1,2} 乔宏伟^{1,2} 陈捷^{1,2}

1. 公安部禁毒情报技术中心 2. 毒品监测管控与禁毒关键技术公安部重点实验室

摘要: 毛发中毒品检测技术经过近年来的研究、发展,已在吸毒检测领域得到广泛应用,与血、尿等常规生物检材相比,毛发具有检测窗口宽、易采集、易存储、目标物稳定等显著优势。通过采集当事人后脑贴近头皮的毛发,经过清洗、目标物提取后使用色谱-质谱联用仪分析,相关结果能反映当事人较长时间的药物摄入情况。毛发中毒品检测技术不仅可以对吸毒种类和吸毒时间进行准确判别,还可以用于各行业隐性吸毒人员的广泛排查、戒毒人员操守的动态监控、新型毒品滥用预警等具体工作,从而实现涉毒风险精确预测预警。

关键词: 毛发 毒品检测 毒情监测

引言

1979年, Baumgartner等首次使用放射免疫测定法检测了海洛因滥用者头发中的吗啡^[1]。21世纪以来,随着液相色谱-串联质谱技术的发展,毛发中毒品检测技术在法庭科学领域得到广泛应用^[2]。毛发是皮肤的附属器,是一种长圆柱状角质结构,由毛干、毛根和毛囊三部分组成,通常所说的头发指露出皮面的部分,即“毛干”,主要成分为角蛋白。人体的毛发有头发、眉毛、睫毛、胡须等,由于头发生长期较长,受年龄、性别等其它因素影响较小,处于生长期的数量相对稳定,因此用于法庭科学中毒品分析的毛发检材通常指头发。毒品在血液、尿液等常规生物检材中的检测时限通常为1小时~1周,浓度随毒品在人体内的代谢而迅速降低,而毒品及其代谢物随着毛发生长进入毛干中,并不断累积,通常检测窗口期可长达几天至数月或若干年,吸毒追溯期更长。毛发样品采集简便且不会侵犯嫌疑人隐私,有利于监督采样过程防止造假,而且毛发中目标物相对稳定,可在室温下长期保存。基于以上优点,毛发检测已成为吸毒检测的一种主要手段。

一、吸毒检测概述

最新修订的《中华人民共和国刑法》(2021年3月1日起施行)第三百五十七条规定,毒品是指鸦片、海洛因、甲基苯丙胺(冰毒)、吗啡、大麻、可卡因以及国家规定管制的其他能够使人形成瘾癖的麻醉药品和精神药品。禁毒工作事关国家安危、民族兴衰、人民福祉,厉行禁毒是党和政府

的一贯政策。2008年6月1日颁布施行的《中华人民共和国禁毒法》第六十二条规定,吸食、注射毒品的,依法给予治安管理处罚。吸毒检测就是运用技术手段对涉嫌吸毒的人员进行检测,为公安机关认定吸毒行为提供科学依据。公安部修订发布的《吸毒检测程序规定》(自2017年1月1日起施行)第六条规定,检测样本为采集的被检测人员的尿液、血液、唾液或者毛发等生物样本。通过对毛发中毒品及代谢物的定性定量分析,可以对嫌疑人在一段时间内是否摄入毒品进行科学评判。2017年4月1日起施行的新版《吸毒成瘾认定办法》第七条中,明确将人体毛发样品检测出毒品成分增补为认定吸毒成瘾的科学依据。为此,公安部制定了《涉毒人员毛发样本检测规范》,于2018年10月31日发布施行,规定了毛发样本的提取、保存、送检和检测等具体要求,并规定了毛发检测中12种毒品及代谢物的含量阈值,为公安机关做出治安处罚提供了依据,进一步规范了涉毒人员毛发样本的检测工作,将毛发检测技术全面推广至实战应用,提升了公安机关排查管控吸毒人员的能力。

二、毛发中毒品检测分析流程

(一) 毛发样品的采集和存储

人体的毛发中,头发具有稳定的生长速度(0.7~1.5厘米/月),能够满足生长周期内的被检测人员的摄毒信息。头顶后部的头发生长速度变化较小,处于生长期的数量(85%)相对恒定,所代表的整体信息较为一致,一般采集头顶后部的头发作为吸毒检测的生物检材^[3]。

《涉毒人员毛发样本检测规范》对涉毒人员毛发采集

*基金项目: 2021JC24项目

和存储做出了具体要求，通过检测相应部位和长度的毛发，能够反映出较长一段时间内被检测人是否具有吸毒行为。提取的毛发样本应当置于室温、避光、干燥、通风、洁净的环境中保存，不得和缴获的毒品在同一房间内保存。疑似有传染性疾病等危险性的样本应按相关规定保存。

(二) 毛发样品的去污处理

毛发的特殊结构导致容易被外部环境污染，因此在检测前需要对毛发样品进行去污处理，清除外源性的污染成分，确保鉴定结果的准确性。为清除毛发中的外部污染成分，可采用一系列的去污处理过程，使用清洁剂（十二烷基磺酸钠、洗洁精等），包括水相（水、缓冲液）、有机相（甲醇、乙醇、异丙醇、丙酮、二氯甲烷等）交替清洗，水性溶液清除可能的毒品污染，有机溶剂去除表层油污。清洗过程应最大限度去除外部污染物，同时避免待测药物的流失。

(三) 毛发中毒品的提取

毒品及其代谢物随着人体代谢和毛发生长固定于毛发的角蛋白中，因此需要从毛发样品中提取出目标物，才能进行仪器检测。酸提取、碱提取、酶提取、有机溶剂提取等是毛发样品常用的提取方法。通常情况下，酸提取法条件温和，基质较为干净，对碱性毒品提取效率高，但耗时较长，不适用于四氢大麻酚的提取；碱提取法可以将毛发完全溶解，使毛发基质中的药物完全释放，对各类毒品提取率均较高，但条件激烈，不适合碱性条件下不稳定的酯类物质的提取；酶提取法条件温和，对各类毒品提取率均较高，但基质复杂，成本昂贵，实际应用较少；有机溶剂提取法条件温和，基质较为干净，适用于大部分毒品成分的提取，但毒品提取效率不高。实际应用中以甲醇提取并辅助超声处理较为常见。

(四) 毛发的实验室检测方法

与毒品缴获物的分析相比，毛发样品中毒品及其代谢物的含量可达痕量级，基质组成复杂，且干扰较大，要求检测仪器具有更高的灵敏度和选择性。随着色谱与串联质谱联用技术的成熟与发展，特别是液相色谱和多级质谱的联用，推动了毛发样品中多种毒品及代谢物成分的分析检测应用，如黄钰等首次用超高效液相色谱-三重四级杆质谱法同时测定了毛发中112种合成大麻素，可用于对滥用人员的筛查识别（如图1所示）^[4]。液相色谱-串联质谱法以其高灵敏度和广适用性成为目前毛发实验室检测中的主流分析方法。

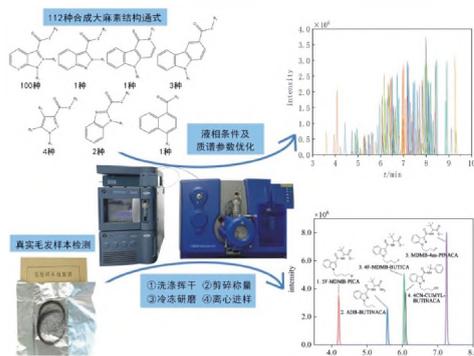


图1 超高效液相色谱-三重四级杆质谱法测定毛发中112种合成大麻素

三、毛发中毒品检测技术在毒情监测中的应用

毒品滥用形势的评估是禁毒工作的一项重点也是难点问题。为保证结果的准确性和客观性，国家毒品实验室不断开展研究，创新技术手段并用于实战，取得了良好的效果，尤其是毛发检测技术，通过检测可疑人员发根端一定长度的毛发，能够准确了解其一段时间内是否摄入毒品。《涉毒人员毛发样本检测规范》参考国际毛发检测协会和欧洲工作场所药物检测协会发布的头发中药物检测指南^[5,6]，给出了毛发检测中毒品的含量阈值（详见表1）。

表1 《涉毒人员毛发样本检测规范》中规定的毛发检测中毒品含量阈值

毒品（代谢物）	含量阈值（纳克/毫克）
O6-单乙酰吗啡	0.2
吗啡	0.2
甲基苯丙胺	0.2
苯丙胺	0.2
3,4-亚甲二氧基苯丙胺	0.2
3,4-亚甲二氧基甲基苯丙胺	0.2
氯胺酮	0.2
去甲氯胺酮	0.2
甲卡西酮	0.2
可卡因	0.5
苯甲酰爱康宁	0.05
四氢大麻酚	0.05

(一) 降低危害，排查隐性吸毒群体

利用毛发检测手段，对重点行业从业人员中的隐性吸毒人员进行排查，可以最大程度上降低毒品的社会危害。如G省2019年1~10月份全省排查了10.34万份毛发样本，其中有2.43万份公交车、网约车、校巴车、出租车司机，共排查出926名吸毒人员，通过对有吸毒史的驾驶人员及时吊销驾照，从源头上降低了毒品的社会危害。通过对各行业从业人员广泛排查，如首次/重新申领驾照人员，卡车司机、火



车/飞机驾驶员, 娱乐场所从业人员, 警察、教师等公职人员, 演艺明星和运动员等, 发现其中隐性吸毒人员, 从而降低毒品社会危害。

(二) 遏制需求, 萎缩毒品消费市场

通过对特定群体开展定期监控, 震慑毒品滥用高危重点群体, 削减增量, 进一步遏制吸毒人员的滋生。由于定期尿检存在大量漏检情况, 需要引入毛发检毒技术对戒毒、康复群体进行“无死角”的动态监控, 形成有力的威慑, 打消逃避复检的侥幸心理, 遏制复吸的需求。如Z省某市2015年启动社区戒毒社区康复人员全员毛发检测, 2015年毛发阳性检出率21%, 2018年降低到了0.1%, 取得非常好的遏制需求的效果。自2020年起国家禁毒办要求各省区市对社区戒毒社区康复人员、戒断三年未复吸人员、娱乐场所人员和驾驶员等重点群体定期开展毛发检测, 在深入摸排社会面吸毒人员情况, 全力巩固戒毒康复成效等方面发挥了巨大作用。

(三) 全面筛查, 打击新型毒品滥用

近年来, 国内新精神活性物质滥用案例不断出现, 为此我国已于2021年7月1日起将整类合成大麻素类物质和氟胺酮等18种新精神活性物质列入《非药用类麻醉药品和精神药品管制品种增补目录》。为提高各地毒品实验室对新精神活性物质的检测能力, 更好服务禁毒实战, 针对当前国内滥用合成大麻素类制品案例频发的情况, 国家毒品实验室制定了《毛发、血液和尿液中2-甲基-1-戊基-3-(1-萘甲酰基)吲哚等112种合成大麻素类物质的测定》(JD/YJY02.09-2021)检验鉴定技术规范, 规定了生物样品中目前国内已发现的112种合成大麻素类物质的检测方法, 实际工作中各地参照该规范对涉嫌人员进行筛查, 确定是否存在吸食该类物质的行为, 为打击相关违法犯罪活动, 实现涉毒

风险精确预测预警, 提升禁毒精准打击能力提供有力支撑。

(四) 评估毒情, 科学制定考核办法

利用毛发检测技术支撑禁毒重点工作, 从而客观评估城市毒品滥用规模、社区管控工作成效等。如禁毒示范城市创建工作的一个底线要求是确保“五个没有发生”, 其中一个是要没有发生在校青少年吸食毒品案事件, 通过采集在校青少年的毛发样本开展评估工作, 确定参评城市是否触碰底线; “两打两控”专项行动中有“一控”是要求各地取得吸毒人员管控新成效, 通过采集社戒社康人员等涉毒人员毛发分析, 横向对比对各地的毛发阳性检出率, 评估管控成效; “重点整治”工作中对毒品滥用问题严重的县市区, 可分时段(整治开始、整治期间、整治结束)采集重点涉毒人群的毛发样本进行分析, 纵向比对不同时期毒品滥用种类和规模的变化趋势, 评估重点整治成效; 利用毛发检测数据支撑全国城市开展“城市毒品治理监测”工作, 从宏观层面掌握国内毒情总体形势, 为基层禁毒部门明确查毒重点, 指明工作方向。

四、结语

毛发作为一种人体生物检材, 由于其易采集、易存储等优点已广泛应用于法庭科学领域。近年来, 毛发检测技术在全国得到有效推广, 在吸毒人员筛查、毒情监测、禁毒工作成效评估等方面发挥了巨大作用。普及毛发中毒品监测技术应用, 加快构建覆盖全国的毒品实验体系, 不断加强毒情监测体系创新, 才能全面、科学、准确地评价城市毒品治理效果, 推动和引导禁毒人民战争深入开展。

参考文献

- [1] Baumgartner AM, Jones PF, Baumgartner WA, et al. Radioimmunoassay of Hair for Determining Opiate-Abuse Histories. *Journal of Nuclear Medicine*. 1979;20:748-52.
- [2] Kintz P. Hair Analysis in Forensic Toxicology: An Updated Review with a Special Focus on Pitfalls. *Current Pharmaceutical Design*. 2017, 23:5480-5486.
- [3] 沈敏, 向平. 毛发分析基础及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [4] 黄钰, 张婷婷, 胡爽, 贾薇, 王优美, 苏梦翔, 花镇东. 超高效液相色谱-串联质谱法同时检测毛发中112种合成大麻素类物质[J]. *质谱学报*, 2022, 43(4): 426-437.
- [5] Cooper GAA, Kronstrand R, Kintz P. Society of Hair Testing Guidelines for Drug Testing in Hair. *Forensic Sci Int*. 2012;218:20-4.
- [6] Salomone A, Tsanacis L, Agius R, et al. European Guidelines for Workplace Drug and Alcohol Testing in Hair. *Drug Test Anal*. 2016, 8:996-1004.