



普通高等教育“十五”国家级规划教材

法医毒物分析

主编 廖林川



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

法医毒物分析

主 编 廖林川

副主编 张大明 沈敏

编 者 (以撰写章节顺序为序)

廖林川 (四川大学华西基础医学与法医学院)

张大明 (北京市公安局法医鉴定中心)

金 鸣 (华中科技大学法医学院)

刘俊亭 (中国医科大学法医学院)

王玉瑾 (山西医科大学法医学院)

颜有仪 (四川大学华西基础医学与法医学院)

沈 敏 (司法部司法鉴定科学技术研究所)

靳红卫 (重庆医科大学药学院)

高等教育出版社

内容提要

《法医毒物分析》是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是针对高等法医学教育特点,结合作者教学工作体会及法医学鉴定工作实际经验编写而成的。

本教材共分为十二章,第一章主要介绍毒物的基本概念、法医毒物分析的任务、工作内容和历史发展等;第二章主要介绍检材特点及检材处理;第三章介绍各类常用分析方法的基本原理、特点、结果意义及方法可靠性验证;第四章针对目前毒物分析中应用普遍的仪器分析方法,就其常用方法种类、基本原理、定性定量方法等作了较为详细的介绍。第五章至第十二章分别介绍了各类毒物的来源、种类、用途、化学结构、理化性质、毒性、中毒特点、解剖所见、体内代谢过程等内容;也包括针对不同毒物如何取材、处理检材、检验方法以及结果判断。

本书可作为普通高等教育法医学专业本科生的专业教材使用,或作为药学专业选修课、法医专业继续教育的教材使用。也可供公、检、法以及医院等相关部门的相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

法医毒物分析/廖林川主编. —北京:高等教育出版社,

2006.5

ISBN 7-04-018651-9

I. 法... II. 廖... III. 法医毒理学-高等学校-教材

IV. D919.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 027525 号

策划编辑 席 雁 责任编辑 席 雁 封面设计 张 楠 责任绘图 尹文军
版式设计 马静如 责任校对 王效珍 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 850 × 1168 1/16
印 张 16.75
字 数 370 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 5 月第 1 版
印 次 2006 年 5 月第 1 次印刷
定 价 36.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18651-00

前言

法医毒物分析是法医学专业知识的重要组成部分,是高等院校法医学专业的一门专业课程。为了积极推进高等法医学教育改革,进一步提高我国高等法医学专业教育水平,适应 21 世纪人才培养的需求,在教育部和高等教育出版社的关心和支持下,普通高等教育“十五”国家级规划教材《法医毒物分析》得以顺利出版。

本教材以注重基本知识、基本理论、基本技能作为主导思想,但不过分注重术语的严格定义,对方法介绍也以描述其功能和结合具体示例的方式为主,具体操作步骤从简。希望读者能在阅读理解中,把握专业术语的内涵及操作方法的要求。

法医毒物分析是一门实践性、应用性很强的学科,编写时在注重“三基”的基础上,希望能体现专业的特点。通过在各章安排要点、案例和思考题,达到理论和实践有机地结合,帮助学生进一步理解教材中的一些观点,启发学生去思考,在给学生介绍有关毒物分析知识的同时,让学生学会运用这些知识分析问题、解决问题的思路。

本教材尽可能体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性。强调注重详细了解案情,合理地采集和处理检材,正确地选择分析方法和理解分析结果意义的重要性,并将注重毒物来源、用途、性状、毒性、毒物体内过程、中毒症状、尸体解剖所见等知识对正确进行毒物分析工作重要性的理念贯穿在全书各章中,同时适当介绍相关知识点。

毒物的概念、种类和分析手段都是随着社会的发展和科技进步而变化的,以往因检材处理及分析手段限制难以解决的一些毒物分析问题,随着检材处理技术的发展和先进分析仪器的应用而逐步得到解决。本教材介绍了毒物分析领域的检材处理新技术,并对液相色谱-质谱联用、质谱-质谱联用等分析检测技术及其在生物检材分析中的应用进行了介绍;在毒物的种类方面,针对一些新近容易遇到的毒物如毒品、氯胺酮、麻醉剂、抗生素、除草剂等和以往因分析手段限制难以检测的毒物如强心甘、河豚毒素等适当作了相应的介绍。考虑到许多毒物进入人体后的变化,对有些毒物的代谢物种类及检测技术也作了介绍,以便能更好地适应当前工作的需要。

与以往教材相比,本教材在形式上有较大的突破。一方面,增加了要点、案例、操作条件示例、小结、思考题等部分,使教材的层次更具有立体感,有利于帮助学生阅读和理解;另一方面,采用双色印刷,图文并茂,使教材形式变得生动活泼,易为学生接受。

在本教材编写和出版过程中,得到了四川大学教务处、四川大学华西基础医学与法医学院、北京市公安局法医中心的支持,陈礼莉、侯俊红、傅强、陈渝、李雯佳、何荣等同学参与了部分制图和文字校对工作,在此谨致谢意。

由于编者知识水平有限,本教材中难免有不当和错误之处,敬请广大读者指正,以便今后改正。

廖林川

2005 年 12 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一章 绪论	1
第一节 毒物与中毒	1
一、毒物	1
二、中毒及毒性	2
三、毒物分类	3
四、毒物体内过程	4
五、中毒症状	4
第二节 毒物分析	5
一、毒物分析的定义	5
二、法医毒物分析的任务	6
三、法医毒物分析的特点	6
第三节 法医毒物分析工作内容	7
一、情况调查	7
二、检材采集、包装、贮存和运送	8
三、法医毒物分析工作程序	10
四、检验结果的判断及质量控制	12
第四节 毒物分析发展简史	13
一、国外简史	14
二、国内简史	15
小结	18
Summary	19
思考题	19
第二章 检材及检材处理	20
第一节 检材	20
一、体外检材	20
二、体内检材	21
第二节 检材处理	22
一、检材处理的必要性	22
二、检材处理的基本原理	23
三、选择检材处理方法的原则	23
四、检材处理方法	25
五、分离效率和验证	37
小结	37

Summary	38
思考题	38
第三章 分析方法概述	39
第一节 定性分析与定量分析	39
一、定性分析	39
二、定量分析	40
第二节 分析方法类别	41
一、形态学方法	41
二、动物试验方法	41
三、免疫分析法	42
四、理化分析法	43
五、仪器分析法	43
第三节 分析方法的可靠性验证	44
一、验证分析方法的主要项目	44
二、可靠性验证的实施方法	46
小结	48
Summary	48
思考题	49
第四章 仪器分析	50
第一节 光谱法	51
一、光与光谱	51
二、吸收光谱法	52
三、发射光谱法	60
第二节 色谱法	63
一、色谱与色谱分析	63
二、薄层色谱法	64
三、气相色谱法	66
四、高效液相色谱法	70
第三节 质谱法	75
一、质谱法的基本原理	75
二、质谱仪	76
三、质谱仪的应用	76

第四节 两谱联用技术	76	一、结构与特性	113
一、气相色谱/质谱联用	77	二、检材处理	114
二、质谱/质谱联用	78	三、检验方法	114
三、液相色谱/质谱联用	80	第六节 氯胺酮	116
小结	80	一、结构与特性	116
Summary	80	二、检材处理	116
思考题	81	三、检测方法	116
第五节 氯胺酮	81	小结	117
第五章 气体毒物与挥发性毒物	82	Summary	117
第一节 气体毒物	83	思考题	117
一、一氧化碳	83	第七章 杀虫剂及除草剂	119
二、硫化氢	87	第一节 杀虫剂	120
第二节 挥发性毒物	87	一、有机磷杀虫剂	121
一、概述	87	二、氨基甲酸酯类杀虫剂	135
二、挥发性毒物的检验	88	三、拟除虫菊酯类杀虫剂	141
小结	95	四、杀虫双和杀虫脒	145
Summary	96	第二节 除草剂	148
思考题	96	一、百草枯	148
第六章 医用合成药物	97	二、五氯酚钠	150
第一节 巴比妥类药物	98	小结	152
一、结构与特性	98	Summary	152
二、毒理作用	99	思考题	153
三、检材采取与处理	99	第八章 杀鼠剂	154
四、检测方法	99	第一节 有机合成杀鼠药	155
第二节 苯二氮革类药物	103	一、毒鼠强	155
一、结构与特性	103	二、氟乙酰胺和氟乙酸钠	158
二、毒理作用	104	三、氟乙酰胺和毒鼠强混合中毒的 检测	161
三、检材处理	105	四、抗凝血杀鼠剂	162
四、检测方法	105	第二节 无机磷化物杀鼠剂	166
第三节 吩噻嗪类药物	108	一、检材处理	167
一、结构与特性	108	二、检测方法	168
二、毒理作用	108	小结	169
三、检材处理	109	Summary	170
四、检测方法	109	思考题	170
第四节 局部麻醉药	111	第九章 天然药毒物	171
一、结构与特性	111	第一节 常见天然药毒物介绍	173
二、毒理作用	112	一、有毒植物	173
三、检材处理	112		
四、检测方法	112		
第五节 抗生素	113		

二、有毒动物	185
第二节 检验方法	188
一、检材及检材处理	188
二、预试验和筛查试验	190
三、鉴别和确证试验	199
小结	210
Summary	210
思考题	211
第十章 毒品	212
第一节 概述	213
一、毒品的概念	213
二、毒品的分类	213
三、毒品的危害	214
四、毒品分析的特点	214
第二节 鸦片类	215
一、检材处理	217
二、检测方法	218
第三节 大麻	220
一、检材处理	221
二、检测方法	222
第四节 麦角酰二乙胺	223
一、检材处理	223
二、检测方法	224
第五节 可卡因	224
一、检材处理	225
二、检测方法	226
第六节 苯丙胺类	227
一、检材处理	228
二、检测方法	229
第七节 哌替啶	230
一、检材处理	231
二、检测方法	231
第八节 美沙酮	232
一、检材处理	233
二、检测方法	233
小结	233
Summary	234

思考题	234
第十一章 金属毒物	235
第一节 概述	235
一、金属毒物的特点	236
二、Reinsch 试验	236
三、有机质破坏	237
第二节 常见的金属毒物	239
一、砷化合物	239
二、汞化合物	241
三、钡化合物	244
四、铬化合物	245
五、钨化合物	246
小结	246
Summary	246
思考题	247
第十二章 水溶性无机毒物	248
第一节 概述	248
第二节 亚硝酸盐	249
一、理化性状	249
二、检材处理	250
三、检测方法	250
第三节 强酸	251
一、性状与特点	251
二、检材处理	252
三、检测方法	252
第四节 强碱	253
一、性状与特点	253
二、检材处理	253
三、检测方法	253
小结	254
Summary	254
思考题	254
参考文献	255

第一章 绪论

要 点

毒物与法医毒物分析

毒物的概念是相对的。物质的毒性大小及能否产生毒性作用和作用的强弱,与物质的性质、剂量、进入机体的方式、机体状态等因素有关。要妥善处理中毒事(案)件,应正确理解毒物的性质、体内过程和中毒症状等方面的知识。法医毒物分析是对涉及和怀疑涉及中毒的事(案)件中的有关物质进行分析研究的学科,法医毒物分析的特点要求毒物分析工作者应有严谨的工作态度、广博的知识素养和熟练的操作技能,并要求详细了解案情,注意检验材料的特殊性,仔细分析,周密计划。

法医毒物分析的工作内容

法医毒物分析工作内容包括:全面、细致地了解中毒事(案)件发生的情况。根据事件经过、中毒表现、尸体解剖所见等寻找毒物分析方向。合理采集、贮存和处理检验材料。拟定正确检验方案,分离提取检材中的毒物并用合适方法进行检验,得出结果,出具正确的鉴定书(检验报告)。为符合实际的中毒法医学鉴定结论提供依据。

质量控制贯穿法医毒物分析的各个环节,包括人员、环境、仪器、设备、实验动物、标准对照品、检材、分析步骤、报告结果和资料归档等内容。

毒物分析发展简史

毒物分析的产生和发展与法医学、化学、药学以及工农业的发展密切相关,经历了从开始认识毒物,逐步发展到定性鉴别和定量检测的过程。仪器分析方法已逐渐成为法医毒物分析的主要手段。

相关主题词

分析化学 药理学 药理学 植物学 动物学 农药 毒品
法医病理学 法医毒理学

第一节 毒物与中毒

一、毒物

关于毒物(poison)的定义,国内外不同时期都不尽相同。有人认为毒物是指所有能够对人体产生伤害的物质;或认为毒物是指小剂量使用就能引起明显生理变化及代谢功能失常的物质;或者定义为在一定条件下通

过化学或物理化学作用使机体受到一时或永久性伤害甚至危及生命的物质。其实毒物的概念是发展的和相对的,在对毒物认识的初期,人们仅仅从外观形态上去识别能引起急性中毒的动植物和矿物质。随着长期的生产和生活实践的积累,医学和化学的不断进步,人们的认识水平不断地提高,逐步从通过形态外观识别毒物,发展到通过化学组成和有毒成分认知毒物,并进一步从用量、生物体摄入物质方式以及个体的情况等方面更为准确和清楚地认识毒物。

食物、药物和毒物之间没有明确界限,比如正常用量的食盐是人体所必需的,但如果一次摄入过多便会导致死亡。药物在治疗疾病的同时,会出现一些不良反应或副作用,对人体产生一定的伤害,若使用过量甚至导致中毒死亡;反之,一些传统意义上的剧毒物质在使用恰当时也可是治疗一些顽疾重症的良药,所以有时把药物和毒物统称为“药毒物”。

毒物是指在特定条件下,以一定量和特定方式作用于个体而产生毒害作用的物质。这里所指的毒物不包含寄生虫、微生物和生物体自身产生的毒素。

二、中毒及毒性

(一) 中毒

中毒(poisoning)指由毒物引起的病变或死亡。因中毒导致的死亡称为中毒死(death by poisoning)。

毒物所引起的中毒作用称毒性作用(toxic effect)或毒害作用。毒性作用的强弱从病情上分为轻度中毒、重度中毒和中毒死亡。从病程上有急性中毒、亚急性中毒以及重复多次小剂量使用造成的慢性中毒。

许多自杀、他杀、意外造成伤害甚至死亡的事件(或案件)都由中毒引起。近年来,在许多发达国家,投毒谋害的案件已不多见,而服毒自杀的情形却仍然不少;在发展中国家,投毒谋杀的情况和服毒自杀事件仍经常发生。

意外中毒事件涉及的可能是一个或几个个体,如儿童把毒(药)物误当作糖果食用;一家人紧闭门窗烤火取暖,造成一氧化碳中毒。意外中毒事件也可能是大型的群体中毒事件,如1984年,印度博帕尔的美国联合碳化物公司农药厂45吨甲基异氰酸酯泄漏,造成近3000人死亡,数万人受毒害;1995年,日本东京发生的地铁遭受毒剂“沙林”袭击事件,约5000人被送往医院救治;2002年,我国南京市发生的毒鼠强群体急性中毒事件,

造成300多人中毒约40人死亡。其他还有川东天然气矿“井喷”事故、重庆氯气泄漏事件等。

(二) 毒性作用的产生条件和影响因素

一种物质能否产生毒性作用、作用的强弱及作用快慢不仅与物质本身的化学成分有关,也与其用量、进入生物体的途径、进入速度有关。生物体的种属、性别、年龄、体重、健康状况、对毒物的耐受性(tolerance)和敏感性(sensitivity)、是否已有体内蓄积等因素也会影响毒性大小。毒性作用的产生条件和影响因素如下:

1. 毒物的成分 这是毒性作用产生的基本条件,毒性作用强弱与这些成分的存在状态也有关系,典型的例子就是砷和砷化化合物的毒性区别,见实例1-1。

实例1-1:

砷及砷化物造成中毒的历史已逾千年,虽然都因为砷带来毒性,但由于砷及砷化物中砷的存在状态不同,其毒性差异很大:

砷,又称为砒,单质砷不溶于水,几乎无毒性;

三氧化二砷,又称为砒霜,微溶于水,易溶于酸碱,易转化成亚砷酸,毒性作用强;

二硫化二砷,又称为雄黄,难溶于水,毒性较低。

2. 使用的剂量 剂量是影响毒性作用的主要因素。毒物引起个体中毒的剂量称为中毒量(toxic dose);造成死亡的剂量称为致死量(lethal dose, LD)。各种物质有其相应的中毒量和致死量,其值越小毒物的毒性作用越强。动物的中毒量、致死量通常是基于实验而得出的统计数据。通常采用小群体的动物急性毒性实验方法,求得某一毒物能引起实验动物全部死亡的最小剂量,称为全

半数致死量;引起半数动物死亡的剂量称为半数致死量(LD_{50})。毒物对人的中毒量和致死量多是从一些实际案例中得到的参考值或推理得到的数据。不能将中毒量和致死量简单地用于判断或推算个体是否是死于中毒。许多人甚至一些法医和医师都认为物质导致中毒的剂量是一个固定值,超过就会造成中毒甚至导致死亡,这种机械的看法是错误的。

3. 摄入方式(途径和速度) 毒物可通过口服、注射和外用等途径进入人体而产生毒性作用。同一毒物进入生物体的途径、速度不同,可能导致完全不同的结果,比如口服低浓度的氯化钾溶液可起到补钾的作用,但如果快速静脉注射就可能造成死亡。一般而言,通过口服途径进入,毒性作用与毒物的吸收特性有关;通过注射途径进入产生的毒性作用速度快,但也与毒物的吸收分布特性有关;通过外用途径进入,毒性作用产生的速度较慢。不过,常会引起迟发性毒性作用。如果皮肤有伤口时毒性作用会加快。

4. 个体情况

(1) 个体的种属、性别、年龄、体重及健康状况不同,同一毒物,同样的用法和用量产生的毒性作用会有差别。

(2) 个体对物质的敏感性和耐受性也是物质产生毒性作用强弱的影响因素。对于个体而言,当再次使用同样剂量已无法达到原有效果,必须增加剂量时,说明个体对该物质产生了耐受性。当个体产生了耐受性,血液和组织内含有的毒物虽达到了常人致死量,但机体可能还不会出现本应出现的症状。而有些对特定毒物的敏感性高于常人的个体,使用极小剂量的物质就能发生很强的反应。比如下面的敏感性和耐受性差异实例(实例1-2)。运用中毒量和致死量作为判断依据时,必须考虑到个体的敏感性和耐受性。

敏感性和耐受性差异实例(实例1-2):

某男,在第一次注射海洛因时就中毒死亡,死时甚至针头还没有拔出。而劝说他使用海洛因的“毒友”却每次需要使用数倍量的该物质,才能产生欣快感。

(3) 一些个体是过敏体质,一旦使用或接触到正常治疗量的药物就可造成死亡。这时的药物对个体而言即可产生极强的毒性作用。

另外,遗传因素、体内已有蓄积或者其他原因也会影响毒性作用的大小。

三、毒物分类

为了方便地说明毒物的问题,可根据理化性质、毒理作用或其他原则(方式)将毒物进行分类。根据结构和理化性质,毒物大致分为挥发性毒物、气体毒物、水溶性毒物、非挥发性有机毒物和金属毒物等;根据毒理作用分为腐蚀性毒物、刺激毒物、实质毒物、酶抑制毒物、血液毒物、神经毒物等;按来源、用途及应用范围分为有毒植物、有毒动物、农药、杀鼠药、药用毒物、工业毒物、军事毒物等。其实各种分类的方式都存在一定的局限性,尤其是随着对毒物认识的提高,就发现以前的分类存在偏差,而且单纯根据某一原则分类,也很难把问题说清楚。

随着工农业的发展,毒物的范围越来越大,毒物的种类也不断地增加。因此毒物的分类是相对的,也是不断发展变化的。本书对毒物大致按如下综合分类。

1. 挥发性毒物 如氰化物、乙醇、甲醇、甲醛、氯仿与水合氯醛、苯酚与煤酚、苯胺与硝基苯等。

2. 气体毒物 如一氧化碳、硫化氢等。

3. 医用合成药物 如巴比妥类、苯二氮草类、吩噻嗪类等。

4. 杀虫药 如有机磷酸酯类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类等。

5. 除草剂 如百草枯等。
6. 杀鼠药 如磷化锌、氟乙酰胺、毒鼠强、香豆素类、茚二酮类等。
7. 天然药毒物 如乌头类、马钱子、颠茄类、斑蝥等。
8. 毒品 如罂粟、鸦片、可卡因、大麻、苯丙胺类、吗啡等。
9. 金属毒物 如砷、汞、铅、钡等及其化合物。
10. 水溶性无机毒物 如强酸类、强碱类、亚硝酸盐等。

四、毒物体内过程

毒物在体内一般要经过吸收(absorption)、分布(distribution)、代谢(metabolism)和排泄(excretion)四个过程,这些过程通常有其规律。处理中毒案(事)件,要正确了解毒物在体内的这些过程和中毒的发生、发展及结果。值得注意的是如果个体反复使用某物质已形成瘾癖,该物质的体内过程及代谢规律就可能发生改变,不同于一般情况。

毒物可通过多种途径和方式进入机体,大多数是经消化道,也有经呼吸道吸入的,注射是另一种常见途径,如硫酸就曾被罪犯用来注射到受害人头皮下致人死亡。还有罪犯将农药、重金属毒物或氰化物塞入被害人阴道达到犯罪目的。

毒物吸收是指毒物穿透生物膜或膜屏障进入血液循环的过程。吸收快慢与吸收途径、毒物的 pK_a 值、机体的状态(如胃肠道 pH、肺活量、皮肤黏膜完整性等)、是否佐以含乙醇饮料、性别及个体体质等因素有关。

毒物吸收进入血液和体液后,在体内随着血液循环很快分散到全身各处的过程称为分布。毒物在机体内的分布并不是完全均匀的,其分布情况取决于毒物的脂溶性、与脏器的亲和力及组织的血流量。各种毒物的分布有其相应的规律。比如,一氧化碳与血红蛋白具有高度亲和力,而砷积蓄于肾、骨

骼、指甲等。近年来不少研究发现有些毒物还存在死后再分布的现象。这些分布特征对于选择何种检验材料供法医毒物分析有指导意义,对评价分析结果也有所帮助。

毒物进入机体后,经细胞和组织内酶的作用,会发生氧化、还原、水解或结合等生物转化过程,这就是毒物在体内的代谢,代谢生成的产物,称为代谢物(metabolin)。几种代谢方式中,氧化是最普遍的一种,如乙醇氧化成乙醛并进一步氧化成为乙酸,乙酸最后氧化成为二氧化碳和水;而带有硝基和羰基的毒物易发生还原反应,如含硝基的农药对硫磷还原成氨基对硫磷;具有酯键或酰胺键的毒物在体内酯酶等的作用下发生水解,如乌头碱水解生成乌头原碱、苯甲酸及乙酸。而有些毒物与体内的葡萄糖醛酸等结合生成极性更强、水溶性更大的结合物,如吗啡可与葡萄糖醛酸结合成吗啡-葡萄糖醛酸苷。大多数毒物经过生物转化后,毒性随之降低,也有经过这个过程后,毒性反而增加。如果由于各种原因检测原药困难,也可检测代谢物。

毒物排泄的速度及程度与毒物溶解度、挥发性、组织中蓄积的程度、排泄器官的功能状态等有关。多数毒物进入机体后,会较快地排出,毒物排出机体的途径主要是经肾,所以大部分毒物的原药和代谢物都能从尿中检出,毒物也可经胆汁、乳汁、汗液和呼吸道排出。

五、中毒症状

毒物作用于机体,机体会中毒表现,通常被称为中毒症状。症状通常会表现在全身各系统,如消化系统的恶心、呕吐、腹泻等;或神经系统的头晕、头痛、全身无力、抽搐等;或呼吸系统的呼吸困难、气急等。有些毒物中毒还会表现出特殊的症状,表 1-1 给出了一些中毒症状及其可能涉及的毒物的例子。这些症状能为中毒鉴定提供有用的信息,同时也能给检验工作提供可能的毒物范围,使检验工作有更强的针对性。

表 1-1 中毒症状及可能涉及的毒物

中毒症状	毒物
颜面樱红	氰化物、一氧化碳
颜面潮红	阿托品、河豚
颜面口唇青紫	亚硝酸盐、苯胺、硝基苯、安眠镇静药
血液正常,不凝固	抗凝血杀鼠剂
血液鲜红,不凝固	氰化物、一氧化碳
血呈酱色,不凝固	亚硝酸盐、苯胺、硝基苯
呼吸浅慢	安眠镇静药、吗啡、阿片、一氧化碳
肺水肿	有机磷、百草枯、刺激性气体
心跳加剧、心律紊乱	强心甘类、氨茶碱、蟾蜍、苯丙胺、氟乙酰胺
流涎、口鼻冒白沫	有机磷、有机氟、拟除虫菊酯、乌头、氨基甲酸酯
剧烈腹痛	酚、砷、汞、强酸、强碱、钩吻、磷化锌、巴豆、斑蝥、河豚
口渴	磷化锌、砷
剧烈呕吐与腹泻	砷、汞、巴豆、桐油、蓖麻、
血尿、尿闭	汞、斑蝥、蓖麻、抗凝血杀鼠剂、百草枯
闪电样昏倒迅速死亡	氰化物、烟碱
昏睡	安眠镇静药类、麻醉药、一氧化碳
痉挛、强直性痉挛	氰化物、有机磷、氟乙酰胺、土的宁、毒鼠强
幻觉	颠茄、曼陀罗、大麻、麦角酰二乙胺、抗抑郁药
口唇、四肢发麻	乌头、河豚、蟾蜍、大麻
视觉障碍、复视、失明	甲醇、钩吻
瞳孔改变	有机磷、吗啡、阿片、颠茄类、麦角酰二乙胺、古柯碱、大麻、奎宁
大量出汗	有机磷、氨基甲酸酯
体温升高	有机磷、阿托品、五氟酚钠
皮肤发红、起疱	斑蝥、巴豆、强酸

值得注意的是,有些症状为多种毒物所共有,有些则是少数所特有的。而且有些症状与疾病发作时所产生的症状相类似,这给临床根据症状做出诊断增添了许多困难。只有少数情况下能够单凭中毒症状判断受检人是否中毒以及何种毒物中毒,而大多数情况除了注意上述特征外,还应进行毒物分析,并结合各方面情况得出结论。

第二节 毒物分析

一、毒物分析的定义

毒物分析(toxicological analysis)的定义

有许多,有人认为毒物分析是对能损害正常生命活动的毒物进行定性和定量分析的一门应用学科;也有人认为毒物分析是指对中毒事(案)件中涉及和怀疑涉及的物质进行定性检识和定量检测的学科;较全面的定义为毒物分析是应用化学、药学、医学等学科的现代科学理论、技术和方法对危害人类健康的化学物质进行分析研究的一门应用科学。属于分析化学的一门分支学科,多数情况下是微量分析或痕量分析。

毒物分析应用到各个不同的领域,依据分析目的的不同,大致可分为预防性毒物分析与突发性毒物分析。预防性毒物分析主要是指药品杂质分析、农药残留分析、环境监测、劳动保护、饮食物管理等领域的分析工

作,分析工作有常规的程序,属于常规毒物分析。而突发性毒物分析,是针对非正常情况下发生的中毒事件而言,涉及的领域有自然灾害、战争毒气、临床急救、生活疏漏、职业过失、自杀或他杀中毒事件,分析工作没有固定的程序,属于非常规毒物分析。法医毒物分析(forensic toxicological analysis)属于突发性毒物分析,主要是对涉及或怀疑涉及由毒物引起的伤害或死亡事(案)件中的有关物质进行分析鉴定。

二、法医毒物分析的任务

法医毒物分析的任务是对中毒事(案)件中可能有关的毒物进行分析研究,判断是否存在毒物及其与事件的关系,为澄清当事人在事(案)件中是否负有法律责任提供依据,为涉及毒物的违法案件提供侦破线索和犯罪证据。法医毒物分析工作通常会涉及如下事(案)件(见要点1-1):

涉及范围(要点1-1):

死因不明确但怀疑有中毒情节。

疑为自杀,有必要证明系服毒。

投毒谋杀。

麻醉抢劫、强奸、拐骗、施暴等。

吸毒、制毒、贩毒。

酒后驾车。

生活意外。

职业过失。

其他与毒物有关的事件或案件。

三、法医毒物分析的特点

由于在涉及的中中毒事(案)件中,每一个事(案)件的发生、发展和结果都不会是一个固定模式,这使得毒物分析不同于其他一些具有指定检验目的物和规定分析方法的常规分析。除了具有一般分析化学的特点外,法医毒物分析工作还具有如下特点。

1. 分析目的的不确定性 由于要分析的目的物是何种甚至是何类毒物往往事先并不知道,法医毒物分析多属于探查性质的检验工作。有如下可能的情况(要点1-2)会造成分析目的的不明确,甚至使得检验工作成为一种具有探索性质和研究性质的工作,检验时必须详细了解全部案情,周密分析,排除假象,充分考虑后对可能涉及的毒物进行分离和鉴别,并根据需要考虑是否进行含量测定,以免造成漏检。往往要到最后揭露出案件真相,才能验证分析目的是否正确。

可能情况(要点1-2):

投毒、制毒、贩毒等犯罪嫌疑人为逃避法律制裁,常蓄意掩盖事实经过,甚至制造假相,毁灭罪证。

真正自杀者,一般不希望他人了解自己的企图,现场不一定能找到明确的检验线索。

误食或发生意外的当事人,一般事先不能预料后果,事后也未必能确知中毒原因。

职业过失的当事人,常在事发后畏罪而加以掩饰,以逃避责任。

尽管有的分析目的相对明确,所做工作只是验证性质的分析,但有时也可能带有探查性质或在分析的过程中转变成探查性质。

2. 检材的特殊性 毒物分析所用的检验材料简称检材(specimen)。检材的特殊性包括检材的多样性和一次性。法医毒物分析的检材,其种类多种多样,可能是现场收集的可疑物、药品、毒饵、可疑容器、呕吐物等,也可能是取自活体或尸体的血、尿、肝、肾、玻璃体、脑脊液、腐泥等。因此所谓多样性既意味着有检材种类的多样性,组成的多样性,也有检材量的多样性。检材的一次性一方面是指检验材料一旦用尽,不可复取;另一方面指检

材经有些方法分析后化学成分会被破坏不可再用。检材的一次性要求法医毒物分析工作必须具有详细周密的计划。

3. 分析方法的应变性 所谓分析方法的应变性是指由于案件不同或案情明确程度不一,要求分析的目的及选用的分析方法就不同;即使案件情况类似,涉及案件的检材状况不相同,采用的分析方法也会不一样;加上各实验室具备的仪器设备条件差别等原因,工作中应根据实际情况作相应变通,不能完全照搬现成的方法。另一方面,在分析目的不完全确定的情况下,不能采用只针对某一种毒物的分析方法,应采用适应范围较宽、且能做出相应变通的方法,以适应随着案情变化或检验过程发现的问题。

4. 工作的严谨性 法医毒物分析的检验结果和鉴定结论是证明事件真实情况的证据之一,检验人和鉴定人是诉讼参与人之一,对检验结果和鉴定结论负有法律责任,因此,工作人员必须要有严肃的工作态度和严谨的科学作风,鉴定结论必须经过严密的科学论证。

5. 涉及范围的多学科性 法医毒物分析既是一门专业性较强的学科,又是一门涉及和包含多种学科知识的学科。要求工作者有广博的知识,既要熟悉案发地的风土人情、人文习惯等,还要熟悉疑犯的心理规律及犯罪行为特点等,更要掌握毒物的性状、作用机制、中毒改变、现代科学的理论与技术及与中毒相关的其他学科知识。

第三节 法医毒物分析工作内容

在涉及中毒的事件或案件中,要回答事(案)件中有关中毒的问题,得到符合事实的中毒鉴定和中毒诊断,法医毒物分析工作应包括以下几方面内容。尽管有些工作并非由

毒物分析工作者实施。

一、情况调查

(一) 一般情况

最先接触中毒者和现场的医生、法医及警察,如果认为需要进行毒物分析并提出这一要求时,应该全面了解事件发生前后的所有情况:①事件发现或发生的始末(时间、地点、过程等);②中毒表现及症状;③中毒者与家属及有关人员的情况(包括年龄、性别、民族、职业、健康、嗜好、习性、药物过敏史等);④事发现场是否进行过抢救或其他处理。

注意事项:

1. 辨识和保留现场的可疑物品确保这些物品在必要时可供检验。

2. 提醒医院或医师在实施医疗急救时,如果欲收集洗胃液,应避免用含有高锰酸钾之类物质的溶液洗胃。特别需要注意的是留存最开始的洗胃液供作毒物分析。

3. 当有死亡发生时,应全力配合警察进行调查。并请医师全面提供有关死者用药史、疾病史及救治过程的材料,列出其近日服用的所有药物清单。

(二) 尸体解剖情况

对怀疑中毒死亡者,或有中毒可能但因其他原因死亡者,均应进行全面系统的尸体解剖。解剖前应做好充分准备,如洗净、晾干解剖台;准备各种解剖器械、手套等;注意解剖用具不要沾染消毒液,避免用水冲洗;收集检材的容器也切勿用水冲洗。

尸体解剖时,首先应观察尸体的衣着情况及尸体的外表征象。主要是指死者衣着上是否有流注痕、呕吐物、分泌物和排泄物;死者皮肤是否有损伤、针孔或腐蚀痕迹,尸斑颜色有无异常等。解剖进行时,注意死者口鼻

有无特殊气味,比如氰化物、硝基苯中毒有杏仁味,有机磷、磷化锌中毒有蒜臭味。观察血液颜色及局部腐蚀等现象,一般而言,大剂量急性中毒死者,尸检往往仅见肝、肾、脑等器官淤血而无特征性的病理改变;而大剂量急

性中毒又表现出病程迁延或多次小剂量服毒致死的患者尸检则可观察到一些明显的病理改变。表1-2列举了部分导致胃肠、肝、肾、心脏、中枢神经系统等发生改变的需要重点查验的毒物。

表1-2 部分器官系统改变要点及需要查验的毒物

器官系统	改变要点	需要查验的毒物
胃肠	胃黏膜及内容物附有灰黑色颗粒 胃黏膜腐蚀坏死	磷化锌 强酸、强碱、酚等腐蚀性毒物
肝	肝细胞变性甚至中毒性肝坏死 肝小叶中央区肝细胞变性坏死 肝小叶外围带出血坏死	砷化物、四氯化碳等 磷化锌
肾	中毒性肾病(不同毒物引起的损伤部位不同) 近端肾小管的损伤 肾小管上皮明显脂肪变性 近曲肾小管上皮细胞出现核内嗜酸性包涵体 血红蛋白尿性肾病	汞 四氯化碳 铅 砷化氢
心脏及血液	心肌细胞混浊、肿胀及脂肪变性、心肌炎 血液颜色 血液呈樱红色 鲜红色 血液呈暗褐色	砷化物、磷化锌、有机汞、乙醇 一氧化碳中毒 氰化物 亚硝酸钠、氯酸钾
肺	肺水肿、肺炎	刺激性气体如二氧化硫、汞蒸气 百草枯
中枢神经系统	蛛网膜下隙及脑内小血管充血、脑水肿、中毒性脑病	铅、汞、乙醇、巴比妥类药物

除了尸体剖验可以见到的征象而外,各器官组织的组织学检查所发现的改变也为明确需要重点考虑哪些毒物提供线索。

送检时要提供全部了解到的情况,并会同有关专家共同分析、探讨事件是否与毒物有关、可能涉及哪些毒物、要求毒物分析解决哪些问题、进行检验的可能性、估计能得到的检验结果及其对法医学鉴定的意义等。

二、检材采集、包装、贮存和运送

检材是澄清事件真相和查清案件性质最重要的物证之一。妥善进行检材的采集、包装、贮存和运送对得到客观的检验结果及符

合事实的法医学鉴定结论有重要意义,因此必须慎重对待。

采集、包装、贮存和运送检材根据检验的范围和目的、分析工作的要求不同而不同,怀疑涉及毒物的种类不同,需要采集的检材类别就不同,对相应检材的包装、贮存和运送的要求也就不同。如果分析目的不明确时,采集检材应考虑全面,尽量采集全部可能的检材。

检材必须绝对真实可靠,严防混淆和错乱,绝不容许更换替代。必须按照一定的要求采集检材并注意如下要点1-3。供作组织学检验的检材常常需要用甲醛溶液浸泡固