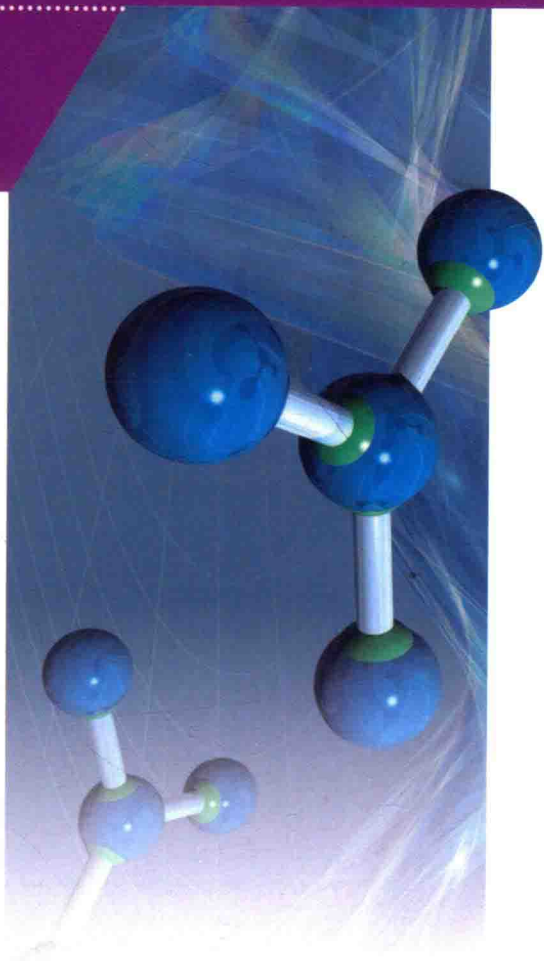


Chemical Poisoning and Inspection

化学中毒与检验

■ 主编 黄先青 张艳芳



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

化学中毒与检验

主 审 杨 径 李智民

主 编 黄先青 张艳芳

副主编 杨新跃 张 文 刘 奋

编 委(以姓氏笔画为序)

王佃鹏 刘 奋 李培茂 李添娣

李双凤 杨新跃 张艳芳 张志敏

张 文 林大枫 林 辉 周 伟

高朝贤 郭 翔 郭美琼 郭 妍

黄先青 谢玉璇

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学中毒与检验/黄先青,张艳芳主编.—北京:人民卫生出版社,2016

ISBN 978-7-117-21772-9

I. ①化… II. ①黄… ②张… III. ①化学性食物中毒
IV. ①R595.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 283289 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

化学中毒与检验

主 编: 黄先青 张艳芳

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市尚艺印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23

字 数: 574 千字

版 次: 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-21772-9/R · 21773

定 价: 60.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

毒物和中毒一直伴随着人类的进化过程,在此过程中,在不断接受各种环境因素的选择和适应中,人类进化为现在的状态。在原始社会,人类就开始把动物毒液和有毒植物的浆汁用于狩猎和捕捞等获取食物过程中。这些毒物也被应用于战争和谋杀等政治斗争中,并持续相当长时间。可以肯定的是,对这类天然毒物的了解,并且能够区分有害和安全植物和动物,早在有人类文字记录之前。

除了文学艺术作品中关于毒物的渲染和描述之外,历史文献中也有很多关于毒物和中毒的记载。公元前 1500 年,书写在草纸上的埃伯斯就有关于多种毒物的记载,包括乌头、毒芹、鸦片等。大约公元前 400 年,希波克拉底又增加了几种毒物,并且提出了有关药物过量中毒的问题。我国隋朝古籍中就记载了古井和深坑中窒息性气体中毒。宋朝孔平仲描述了在冶炼作业中的砷、刺激性气体和汞中毒现象。15 世纪, Agricola 和 Paracelsus 著作中描述了采矿、熔炼和冶金等作业中接触有害物质中毒。明代李时珍在《本草纲目》中,列出多种中药毒性,并明确提到铅矿工人铅中毒现象。

进入 19 世纪,工业革命催生有机化学迅速发展。1825 年合成光气和芥子气,作为战争毒气用于第一次世界大战。至 1880 年,已合成了上万种有机化合物,包括氯仿、四氯化碳、乙醚和碳酸等,石油、煤炭及其副产品也已开始商业交易。现代化学工业发展迅速,数以千万计的化学品进入我们的生活。

我们生活在化学的海洋里,塑料、化纤、农药、化肥、医药等都是现代化工产品。我们的衣食住行都离不开这些化学品,它们给我们的日常生活带来了前所未有的方便,同时,也带来了诸多潜在危险——急慢性中毒和致癌致畸等健康损害。在应对植物、动物以及少数矿物性毒物时,古人可以根据经验和中毒症状对为数不多的可能毒物进行识别,并使用少数原始手段进行检测,最常见的是用银针检测三氧化二砷(砒霜)。面对数以千万计的化学物,传统的定性、定量分析技术虽然取得飞跃式的发展,但这些技术已经远远满足不了要求。在处理各类中毒事件中要寻找中毒原因,离不开现代毒理学对毒物的作用机制和临床表现的认识,以及高效准确的分析检测技术手段,同时也需要应用缜密的流行病学方法进行推理和论证。

主编黄先青主任医师和张艳芳主任技师多年从事化学中毒预防控制工作,在职业中毒和检验等方面有丰富的实际工作经验。本书编者团队面对化学中毒的实际需求,结合毒理学和分析检验最新进展和技术,编写了《化学中毒与检验》一书。在本书中,作者既对化学中毒理论进行了梳理,又结合实际工作中的积累,编写了常见化学中毒检测方法。十分荣幸能够先读本书的书稿,并受主编邀请为之作序。也愿意向广大读者推荐此书,希望在中毒预防控制实际工作中发挥更大作用。

郑玉新

2015 年 8 月 2 日北京

这是一个高速发展的时代,突飞猛进的经济增长带给我们便利生活的同时,其带来的负面影响也日渐浮出水面,各种安全隐患正以一种不可遏制的速度越来越多地威胁着人类的心身健康和生命安全。“中毒”在生活中频繁出现,电视、网络、报纸、自媒体报道层出不穷。化学中毒作为各类中毒事件首位,已引起高度关注。

化学毒物种类繁多,不同毒物代谢方式不尽相同,对人体的影响千差万别,处置方法差异较大,普通医院处置相对困难。在处理各类中毒事件中要寻找中毒原因、及时救治患者、将中毒危害降至最低,离不开现代毒理学对毒物的作用机制和临床认识,离不开高效准确的分析检测技术,离不开高超精准的临床治疗手段,同时也需要应用缜密的流行病学方法进行调查和论证。但医学科学日趋高度专科化,公共卫生、临床医学、检验学科处于各自独立的局面,使中毒事件处置缺乏整体协同性。

近年来,国家逐步加大力度进行化学中毒预防及应急救援体系建设,将中毒的预防、检验、治疗纳入同一体系,旨在建立一个完善的具有监测预警、检验分析、临床诊治、科学研究、教育培训及信息咨询管理等功能的综合性中毒防控体系。《化学中毒与检验》从化学中毒的理化特点、接触途径、毒理学特征、临床表现、毒物及效应检验等方面入手,结合编者的工作经验,综述了国内外最新研究成果,本书是一本理论与实践相结合的实用型图书。

以往关于化学中毒,临床医学类著作多把中毒分列在内科学的各章节中,没有系统地叙述;预防医学类书籍则侧重中毒事件的现场处置;理化检验和医学检验类书籍则更关注实验技术。这些有关化学中毒的书籍各有所长,但存在片面性和局限性。从事中毒防治的临床和公卫医师们不清楚如何选择诊断、鉴别诊断检验项目;检验人员对化学中毒的毒理损害和临床特点又不甚了解,严重制约了新技术的发展,阻碍化学中毒诊断水平的提高。导致临床医师、公卫医师、检验人员各自从自身专业角度,碎片化地理解化学中毒诊治,缺乏整体综合分析。因此只有在了解毒物的理化性质、接触史、临床特征、实验室检查、现场调查等基础上,全方位综合分析,才能做出准确诊疗、科学处置。本书最大特点就是化学中毒整体考虑,各专业有机地结合起来,让其相互了解,相互渗透,对提高化学中毒检测技术、临床诊断,以及化学中毒事件科学处置都有很大帮助。

全书分上、下两篇,共八章。上篇“化学中毒及检验基本理论”,分2章,系统介绍了化学中毒分类、临床表现、检验指标及常用检验技术,旨在让读者对化学中毒及检验有一个系统的了解。下篇“常见化学中毒及检验方法”,分6章,分门别类有代表性地介绍了常见9种金

属及类金属、6种刺激性气体、5种窒息性气体、13种有机溶剂和6类农药中毒的理化性质及接触途径、毒理学特征、临床表现、处理原则、理化检验及效应检验,使读者对各种常见化学中毒的性质、临床表现及检验方法有清晰明确的认识。

本书可作为临床医师、公卫医师和检验工作者的实用手册,也可作为临床医学、预防医学、卫生检验和临床检验专业教师、学生的专业辅导书。

由于编者知识和经验所限,难免有纰漏和不足之处,敬请读者赐教指正。

编者

2015年7月31日深圳

绪论	1
第一节 基本概念	1
一、中毒及化学中毒	1
二、毒性	1
三、生物学效应	2
第二节 发展沿革与现状	3
一、化学中毒发展沿革	3
二、化学中毒检验技术发展沿革	4
三、化学中毒流行特点	5
四、化学中毒处置	5

上篇 化学中毒与检验基本理论

第一章 化学中毒基本理论	11
第一节 化学毒物及中毒分类	11
一、化学毒物分类	11
二、化学中毒分类	12
第二节 常见化学毒物毒性分级	13
一、职业性接触毒物危害程度分级依据	13
二、职业性接触毒物危害程度分级和毒物危害指标	13
三、我国车间空气中毒物最高容许浓度	13
四、剧毒化学品	13
五、化学恐怖	13
第三节 化学中毒系统损害特征	14
一、毒物在体内的生物转运和生物转化	14
二、毒物的毒性作用分类	16
三、化学中毒的系统损害	16
第四节 中毒检验指标	22
一、外暴露剂量指标	22
二、生物标志物	22
第二章 化学中毒常用检验技术	25

第一节 理化检测技术	25
一、理化检测样品采集、运输和保存	25
二、理化检测样品前处理技术	27
三、常用理化检测技术	29
第二节 效应检验技术	42
一、效应检验样本的影响因素及采集方法	42
二、效应检验技术	46
三、效应检验质量保证	64

下篇 常见化学中毒与检验方法

第三章 金属和类金属中毒	73
第一节 铅及其化合物中毒	73
一、理化性质与接触途径	73
二、毒理学特征	75
三、临床表现	77
四、处理原则	78
五、理化检验	79
六、效应检验	82
第二节 汞及其化合物中毒	88
一、理化性质与接触途径	88
二、毒理学特征	90
三、临床表现	92
四、处理原则	93
五、理化检验	94
六、效应检验	96
第三节 镉及其化合物中毒	99
一、理化性质与接触途径	99
二、毒理学特征	100
三、临床表现	102
四、处理原则	102
五、理化检验	103
六、效应检验	105
第四节 铬及其化合物中毒	109
一、理化性质与接触途径	109
二、毒理学特征	111
三、临床表现	112
四、处理原则	113

五、理化检验	113
六、效应检验	115
第五节 铊及其化合物中毒	117
一、理化性质与接触途径	117
二、毒理学特征	118
三、临床表现及处理原则	119
四、理化检验	120
五、效应检验	122
第六节 有机锡中毒	123
一、理化性质与接触途径	123
二、毒理学特征	124
三、临床表现及处理原则	125
四、理化检验	125
五、效应检验	127
第七节 氟及其化合物中毒	128
一、理化性质与接触途径	128
二、毒理学特征	129
三、临床表现	130
四、处理原则	131
五、理化检验	131
六、效应检验	133
第八节 砷及其化合物中毒	135
一、理化性质与接触途径	135
二、毒理学特征	137
三、临床表现	139
四、处理原则	140
五、理化检验	140
六、效应检验	143
第九节 磷及其无机化合物中毒	145
一、理化性质与接触途径	145
二、毒理学特征	146
三、临床表现及处理原则	146
四、理化检验	147
五、效应检验	149
第四章 刺激性气体中毒	152
第一节 概述	152
一、刺激性气体种类	152

二、临床表现	152
三、处理原则	153
第二节 氯气中毒	154
一、理化性质与接触途径	154
二、毒理学特征	155
三、临床表现	156
四、理化检验	157
五、效应检验	158
第三节 氨气中毒	160
一、理化性质与接触途径	160
二、毒理学特征	161
三、临床表现	162
四、理化检验	162
五、效应检验	164
第四节 氮氧化物中毒	166
一、理化性质与接触途径	166
二、毒理学特征	167
三、临床表现	169
四、理化检验	169
五、效应检验	171
第五节 光气中毒	172
一、理化性质与接触途径	173
二、毒理学特征	173
三、临床表现	174
四、理化检验	175
五、效应检验	176
第六节 硫酸二甲酯中毒	177
一、理化性质与接触途径	177
二、毒理学特征	178
三、临床表现	178
四、理化检验	179
五、效应检验	180
第七节 氟化氢中毒	182
一、理化性质与接触途径	182
二、毒理学特征	182
三、临床表现	183
四、理化检验	185
五、效应检验	186

第五章 窒息性气体中毒	189
第一节 概述	189
一、窒息性气体种类	189
二、临床表现	189
三、处理原则	190
第二节 甲烷中毒	190
一、理化性质与接触途径	190
二、毒理学特征	191
三、临床表现	191
四、理化检验	191
五、效应检验	193
第三节 一氧化碳中毒	194
一、理化性质与接触途径	194
二、毒理学特征	195
三、临床表现	195
四、理化检验	196
五、效应检验	197
第四节 苯胺中毒	200
一、理化性质与接触途径	200
二、毒理学特征	200
三、临床表现	202
四、理化检验	202
五、效应检验	203
第五节 氰化氢中毒	205
一、理化性质与接触途径	206
二、毒理学特征	207
三、临床表现	208
四、理化检验	209
五、效应检验	210
第六节 硫化氢中毒	213
一、理化性质与接触途径	213
二、毒理学特征	214
三、临床表现	215
四、理化检验	216
五、效应检验	217
第六章 有机溶剂类中毒	220
第一节 概述	220

一、理化特性及毒作用特点	220
二、发病特点及临床表现	220
三、处理原则	221
第二节 苯、甲苯、二甲苯中毒	222
一、理化性质与接触途径	222
二、毒理学特征	223
三、临床表现	224
四、理化检验	225
五、效应检验	228
第三节 汽油中毒	231
一、理化性质与接触途径	231
二、毒理学特征	231
三、临床表现	232
四、理化检验	233
五、效应检验	234
第四节 甲醇中毒	236
一、理化性质与接触途径	236
二、毒理学特征	237
三、临床表现	237
四、理化检验	238
五、效应检验	240
第五节 溴甲烷中毒	241
一、理化性质与接触途径	241
二、毒理学特征	241
三、临床表现	242
四、理化检验	242
五、效应检验	244
第六节 1,2-二氯乙烷中毒	245
一、理化性质与接触途径	245
二、毒理学特征	245
三、临床表现	246
四、理化检验	247
五、效应检验	248
第七节 正己烷中毒	249
一、理化性质与接触途径	249
二、毒理学特征	250
三、临床表现	251
四、理化检验	251

五、效应检验	253
第八节 甲醛中毒	255
一、理化性质与接触途径	255
二、毒理学特征	255
三、临床表现	256
四、理化检验	256
五、效应检验	258
第九节 三氯乙烯中毒	259
一、理化性质与接触途径	259
二、毒理学特征	259
三、临床表现	261
四、理化检验	262
五、效应检验	264
第十节 二甲基甲酰胺中毒	267
一、理化性质与接触途径	267
二、毒理学特征	267
三、临床表现	269
四、理化检验	269
五、效应检验	271
第十一节 氰及腈类化合物	272
一、理化性质与接触途径	273
二、毒理学特征	274
三、临床表现	275
四、理化检测	276
五、效应检验	278
第十二节 酚类中毒	279
一、理化性质与接触途径	279
二、毒理学特征	280
三、临床表现	281
四、理化检验	281
五、效应检验	283
第十三节 氯甲醚中毒	286
一、理化性质与接触途径	286
二、毒理学特征	286
三、临床表现	287
四、理化检验	287
五、效应检验	288
第十四节 丙烯酰胺中毒	289

一、理化性质与接触途径	289
二、毒理学特征	290
三、临床表现	291
四、理化检验	291
五、效应检验	295
第七章 农药中毒	297
第一节 有机磷杀虫剂中毒	297
一、理化性质与接触途径	297
二、毒理学特征	298
三、临床表现	300
四、处理原则	301
五、效应检验	301
第二节 氨基甲酸酯类农药中毒	304
一、理化性质与接触途径	304
二、毒理学特征	305
三、临床表现	306
四、处理原则	306
五、效应检验	306
第三节 拟除虫菊酯类杀虫剂中毒	307
一、理化性质与接触途径	307
二、毒理学特征	308
三、临床表现	309
四、处理原则	309
五、效应检验	309
第四节 致痉挛性杀鼠剂中毒	310
一、理化性质与接触途径	310
二、毒理学特征	311
三、临床表现	311
四、处理原则	312
五、效应检验	312
第五节 抗凝血类杀鼠剂中毒	313
一、理化性质与接触途径	313
二、毒理学特征	314
三、临床表现	315
四、处理原则	315
五、效应检验	315
第六节 除草剂中毒	316

一、理化性质与接触途径	316
二、毒理学特征	316
三、临床表现	318
四、处理原则	318
五、效应检验	319
第七节 农药中毒理化检验	320
一、概述	320
二、样品前处理技术	321
三、检测方法	323
附录 常见化学中毒临床表现及检验指标索引	333

绪 论

第一节 基本概念

中毒与检验的概念包括很多,涉及中毒、毒理学中毒性、检验指标的相关概念,本节仅列举了一些常见基本概念。这些基本概念是了解中毒、毒性及检验方法的基础,是正确诊断、处理中毒的根本。

一、中毒及化学中毒

1. 中毒(poisoning) 这是一个由来已久的话题,从人类起源接触动植物、食用食物,中毒就一直伴随左右。机体摄入一定剂量的某种化学物质,发生暂时、持久性损害甚至死亡的过程称为中毒。中毒按接触来源可分为职业中毒、生活中毒(意外、投毒、自杀、滥用药物等)以及环境污染导致的中毒。

2. 毒物(poison) 所有引起中毒的化学物质均称之为毒物。现代医学鼻祖、瑞士医生巴拉塞尔萨斯有一句名言:“万物皆有毒,关键在剂量。”也就是说,毒物与非毒物之间并没有明确界限,只是因为剂量不同导致毒性作用的差异。因此,毒物通常是指较小剂量即可造成中毒的化学物质,如氯化钠(食盐)在生活中是调味品,0.9%浓度注射液是药品,一次进食15~60g有损健康,一次进食200~250g可致死亡。

3. 化学中毒(chemistry poisoning) 毒物包括化学性毒物和生物性毒物两大类。化学性毒物导致的中毒称为化学中毒。

二、毒性

1. 毒性(toxicity) 指外源性化学物质与机体接触或进入体内靶器官后,能引起损害作用的相对能力;或者简述为化学物质能够造成机体损害的能力。相对于同一损害指标,化学物质需要剂量越小,其毒性越大。

化学物质毒性的大小仅具有相对意义,只要达到一定的剂量水平,化学物质就具有毒性,而如果低于某一剂量水平时,则不具有毒性。

在毒理学上,通常用半数致死剂量(median lethal dose, LD_{50})或半数致死浓度(median lethal concentration, LC_{50})作为衡量急性毒性大小的指标^[1]。

2. 半数致死剂量(LD_{50}) 在一定时间内经口或经皮给予受试样品后,使受试动物发生死亡概率为50%的受试样品剂量。以单位体重给予受试样品的质量(mg/kgbw或g/kgbw)来表示。

3. 半数致死浓度(LC_{50}) 指在一定时间内经呼吸道吸入受试样品后,受试动物发生死亡概率为50%的受试样品浓度。以单位体积空气中受试样品的质量(mg/m³)来表示。

4. 无可见有害作用水平(no observed adverse effect level, NOAEL) 在规定试验条件下,用现有技术手段或检测指标未观察到任何与受试样品有关的毒性作用的最大染毒剂量或浓度。

5. 最低可见有害作用水平(lowest observed adverse effect level, LOAEL) 在规定试验条件下,受试样品导致实验动物形态、功能、生长发育等发生有害改变的最低染毒剂量或浓度。

6. 毒物代谢动力学(toxicokinetics) 定量研究毒物在体内吸收、分布、生物转化、排泄等过程随时间动态规律变化的学科。

7. 安全系数(safety factor, SF) 在以动物试验数据外推到人,或以小范围人群调查结果判断所评价的化学品对大范围人群的有害作用时,为排除所涉及的不确定因素而设定的系数,用于制定化学品控制标准,以保证接触人群安全。

8. 危险性参考剂量(risk reference dose, RfD) 危险度达到可接受程度的剂量。

9. 危险性参考浓度(risk reference concentration, RfC) 危险度达到可接受程度的浓度。

10. 日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI) 终身摄入某化学物而不引起可检出健康损害效应的日平均摄入剂量,一般以 $\text{mg}/(\text{kgbw} \cdot \text{d})$ 表示。

11. 实际安全剂量(visual safe dose, VSD) 系指致癌物的化学品导致致癌率有 99% 把握低于 10^{-6} 的剂量水平。

12. 时间加权平均容许浓度(permissible concentration-time weighted average, PC-TWA) 以时间为权数规定的 8 小时工作日、40 小时工作周的平均容许接触浓度。

13. 短时间接触容许浓度(permissible concentration-short term exposure limit, PC-STEL) 在遵守 PC-TWA 前提下容许短时间(15 分钟)的浓度。

14. 最高容许浓度(maximal allowable concentration, MAC) 工作地点在一个工作日内任何时间有毒化学物质均不应超过的浓度。

15. 超限倍数(excursion limits) 对未限定 PC-STEL 的化学有害因素,在符合 8 小时时间加权平均容许浓度情况下,任何一次短时间(15 分钟)接触浓度均不应超过的 PC-TWA 倍数。

16. 正常值(本底值) 指不接触某化学物质健康人群生物材料中,该物质的浓度或其效应水平。正常值代表健康人群整体水平,通常以 95% 区间表示。在检验医学中称为参考区间。

17. 生物限值(biological threshold limit value, BTLV) 指为保护员工健康,对生物材料中的毒物和(或)其代谢物所规定的最高容许量,或由毒物导致生物效应指标变化所容许的水平。生物限值可以浓度表示,也可以用形成或消除速率来表示。

生物监测结果等于或低于生物限值时,对大多数人来说是安全的,但不能保证所有人都安全。超过生物限值时,就有可能造成健康危害,但并非所有人健康受到危害。生物限值与正常值一样,是对群体而言,是衡量职业接触化学毒物是否过量的依据,其水平高于正常值。

18. 中毒诊断值指接触某毒物的人群产生了有害效应或中毒症状时,生物材料中该毒物的浓度或其效应水平,也就是说,该值是中毒诊断的依据,高于该值可以诊断中毒。因此,中毒诊断值高于生物限值。

职业“三值”指职业病临床提出的“三值”,即“正常值”“生物限值”和“中毒诊断值”。

三、生物学效应

1. 生物学效应(biological effect) 是指某种外界因素(如生物物质、化学药品、物理因