

中国科协重点科普资助项目

陈景元 主编



# 常见重金属 健康危害与防治手册

Handbook for Health Hazards and  
Management of Common Heavy Metals



第四军医大学出版社

中国科协重点科普资助项目

陈景元 主编



# 常见重金属 健康危害与防治手册

Handbook for Health Hazards and  
Management of Common Heavy Metals

第四军医大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

---

常见重金属健康危害与防治手册/陈景元主编. —西安:  
第四军医大学出版社, 2013. 7

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0384 - 7

I. ①常… II. ①陈… III. ①重金属污染 - 金属中毒 -  
防治 - 手册 IV. ①R595. 2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 153574 号

---

changjian zhongjinshu jiankang weihai yu fangzhi shouce

## 常见重金属健康危害与防治手册

出版人：富 明 责任编辑：土丽艳 责任校对 黄 璐

---

出版发行：第四军医大学出版社

地址：西安市长乐西路 17 号 邮编：710032

电话：029 - 84776765 传真：029 - 84776764

网址：<http://press.fmmu.sn.cn>

---

制版：新纪元文化传播

印刷：汕头市新畅想印务有限公司

版次：2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

开本：787 × 1092 1/32 印张：5.5 字数：110 千字

书号：ISBN 978 - 7 - 5662 - 0384 - 7/ R · 1207

定价：28.00 元

---

版权所有 侵权必究

购买本社图书，凡有缺、倒、脱页者，本社负责调换

# 《常见重金属健康危害与防治手册》

## 编者名单

主 编 陈景元

副主编 骆文静

编 委 (以姓氏汉语拼音为序)

蔡同建 曹 瑞 陈景元 杜可军

净锦飞 柯 涛 刘明朝 刘新秦

骆文静 沈学锋 王 涛 王基野

王晓慧 于 涛 张建彬 张文斌

赵 芳 郑 刚

# 前言

经过三个多月的努力,《常见重金属健康危害与防治手册》终于与大家见面了。本手册选择了最为常见、与人们健康最为密切的十二种金属元素,围绕其来源、接触途径、在机体的代谢、主要的毒性表现、预防和治疗措施,以及其危害人类健康的历史展开论述,希望我们的这本手册,能为您在生活中减少重金属危害、促进健康起到有益的推动作用。

本手册的编者均为第四军医大学军事预防医学系军队劳动与环境卫生学教研室的中青年科技工作者。主编陈景元教授长期从事神经毒理学的研究,尤其是铅神经毒性机制的研究工作,作为项目首席科学家,承担了“973”项目“环境铅暴露致儿童脑发育损伤的机制研究”。副主编骆文静教授长期从事铅、锰神经毒性机制研究,曾经获得教育部新世纪人才资助。其他编者也是长期活跃在神经毒理学研究领域的青年科技骨干。本手册的编写工作,是我们把科研工作与科普工作有机结合的一次尝试,希望通过我们的工作,将科研工作中获得一些成果介绍给广大的人民群众,以达到科研工作服务社会、造福人民的目的。

编写过程中,我们得到了中国毒理学会、第四军医大学出版社的大力支持。同时,作为中国毒理学会

神经毒理专业委员会 2012 年度申报的重点科普项目,本书的编写工作受到了中国科协的择优支持,在此一并感谢。

编 者

2013 年 6 月

# TEN

## 目录

### ● 概 论 /1

重金属污染物与其他污染物相比有以下三个特点。一是隐蔽性:重金属污染在视觉上难以识别;二是持续性:重金属及其化合物大多性质稳定,在环境中很难降解;三是生物富集性:重金属可以通过食物链,使其在生物体内的浓度逐级大幅度增高。

### ● 第一章 铅 /12

铅作为一种不可降解的环境污染物,在环境中可长期蓄积,主要通过食物、土壤、水和空气经消化道和呼吸道进入人体。儿童是对铅毒性最易感的人群,因此儿童铅中毒是一个严重的全球性的公共卫生问题。

- 第一节 自然界中的铅 /12
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /13
- 第三节 毒性表现 /16
- 第四节 预防和治疗 /22
- 第五节 历史以及典型污染事件 /25

## ● 第二章 锰 /27

1837年,英国 Glasgow 大学 Couper 教授首先发现五位锰矿工因吸入大量的锰尘而引起神经系统的症状。2011年7月,位于四川省的涪江上游普降暴雨,泥石流将阿坝州松潘县境内的锰厂尾矿渣带入涪江,引起严重的锰污染,导致沿江约50万居民饮用水受到影响。

- 第一节 自然界中的锰 /27
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /28
- 第三节 毒性表现 /31
- 第四节 预防和治疗 /35
- 第五节 历史以及典型污染事件 /36

## ● 第三章 汞 /39

随着工业的发展,汞的用途越来越广,生产量急剧增加,从而使大量的汞随着人类活动而进入环境。进入环境中的汞可以通过各种自然现象如降雨、降雪等不断循环,并进入植物及水生生物体内而形成生物富集。由于汞可以对人体造成很大危害,已经被联合国环境规划署列为全球性污染物。

- 第一节 自然界中的汞 /39
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /39
- 第三节 毒性表现 /43
- 第四节 预防和治疗 /48
- 第五节 历史以及典型污染事件 /52

## ● 第四章 铬 /54

铬是人体的必需微量元素,具有多种生理功能,如参与机体的糖脂代谢,但是铬容易在人体内蓄积,一旦超过人体可接受范围,则可引起毒性作用。“毒胶囊事件”再次引发人们对重金属污染的关注。

- 第一节 自然界中的铬 /54
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /55
- 第三节 毒性表现 /56
- 第四节 预防和治疗 /61
- 第五节 历史以及典型污染事件 /63

## ● 第五章 钴 /64

过量钴摄入会对机体会产生毒性作用,因此如何预防及治疗钴中毒是我们应该倍加注意的。有效地控制钴的摄入量是我们防治钴中毒最有效的方法和根本依据。

- 第一节 自然界中的钴 /64
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /66
- 第三节 毒性表现 /69
- 第四节 预防和治疗 /71

## ● 第六章 镍 /76

国内直接接触镍及其化合物的人群超过 10 万,镍

毒性给人民生产和生活带来了无穷的痛苦和损失。国际癌症研究中心已经将镍化合物定为人致癌物,所以未来加大对镍及其相关毒性的防治研究具有重要现实意义。

- 第一节 自然界中的镍 /76
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /79
- 第三节 毒性表现 /81
- 第四节 预防和治疗 /86
- 第五节 历史以及典型污染事件 /87

## ● 第七章 铊 /89

1994年11月,清华大学化学系92级女生朱令出现离奇的中毒症状,最后查明原因为铊中毒。但是由于治疗延误,造成了神经系统不可逆的损伤。虽然经过十年多的康复治疗,朱令的智力、视觉、语言功能都没有得到恢复,仍然不能像一个正常人一样生活,必须由年迈的父母照料生活起居。

- 第一节 自然界中的铊 /89
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /91
- 第三节 毒性表现 /92
- 第四节 预防和治疗 /96
- 第五节 历史以及典型污染事件 /99

## ● 第八章 锡 /102

2000年1月8日,德国汉堡汉斯康筹实验室测出,有一款耐克足球服内含有对人体有害的物质TBT。消息传出引起很大震动。其实耐克运动服所用布料中的TBT是为了杀灭细菌和真菌,消除汗臭味。但实验室研究显示,这种化学物质可引起动物免疫功能改变,增加胎儿死亡率;还可造成上呼吸道、眼睛的伤害。TBT是有机锡的一种,其全称为氧化双三丁基锡,也称三丁基氧化锡,俗称丁锡。

- 第一节 自然界中的锡 /102
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /103
- 第三节 毒性表现 /106
- 第四节 预防和治疗 /108
- 第五节 历史以及典型污染事件 /109

## ● 第九章 砷 /112

在自然条件下砷可以有有机化合物和无机化合物两种形式存在,但以无机化合物为主,毒性更大,主要分布于金属矿中,与硫或金属元素结合的形式存在。砷及其化合物,通过人类的开发、岩石的风化和地下水的溶蚀,广泛分布在空气、土壤和水环境中,严重损害人类的身体健康,成为全球备受关注的公共卫生问题。

- 第一节 自然界中的砷 /112
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /114

## 第三节 毒性表现 /116

## 第四节 预防和治疗 /120

## 第五节 历史以及典型污染事件 /121

## ● 第十章 镉 /123

20 世纪初期,日本富山县发现了一种怪病,患者大多是妇女,病症持续几年后,患者全身各部位会发生神经痛、骨痛现象,行动困难,甚至呼吸都会带来难以忍受的痛苦。到了患病后期,患者骨骼软化、萎缩,四肢弯曲,脊柱变形,骨质松脆,就连咳嗽都能引起骨折。患者不能进食,疼痛无比,常常大叫“痛死了!痛死了!”有的人因无法忍受痛苦而自杀。这种病由此得名“痛痛病”。

- 第一节 自然界中的镉 /123
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /124
- 第三节 镉对机体的影响及其毒性的临床表现 /127
- 第四节 预防和治疗 /130
- 第五节 历史以及典型污染事件 /132

## ● 第十一章 铜 /134

铜在生物系统中起着独特的催化作用,具有多种生理功能,许多关键的酶,需要铜的参与和活化。此外,铜亦可影响视力、听力、睡眠、生育和胎儿的发育,对血脂代谢也有一定影响。因此,铜营养失调,体内铜缺乏或过剩,都可引起疾病。及时补充或排除过多的体内铜,对改

善并维持人体正常的生理功能具有重要作用。

- 第一节 自然界中的铜 /134
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /135
- 第三节 毒性表现 /137
- 第四节 预防和治疗 /140
- 第五节 历史以及典型污染事件 /144

## ● 第十二章 铝 /146

铝是一种对人体有害的元素,可在人体内蓄积并产生慢性毒性,尤其是铝可在脑组织中蓄积,引起中枢神经功能紊乱。因此对于铝暴露水平较高的从业人员及其他人群,建立有效的危害监测及预防机制具有十分重要的意义。

- 第一节 自然界中的铝 /146
- 第二节 污染来源、接触途径及代谢 /147
- 第三节 毒性表现 /151
- 第四节 预防和治疗 /154
- 第五节 历史以及典型污染事件 /156

及工业化过程中累积形成的，对人体健康构成危害的重金属绝大多数来自于工矿企业所排出的“三废”。世界十大环境污染事件中，两起严重的重金属污染事件均发生在社会发展的工业化阶段。一是水俣病事件：1953—1956年日本熊本县水俣市因石油化工厂排放含汞废水，受到污染的鱼、虾、贝类造成283名居民严重甲基汞中毒，死亡60人；二是痛痛病事件：1955—1972年日本富山县神通川流域因锌冶炼厂排放的含镉废水污染河水和稻米，造成居民中毒患病者258人，死亡128人。

近30年来，我国的工业化取得了举世瞩目的高速发展。但是，由于全国涉及重金属的重点行业（如采矿、冶金、化工、电镀等）的产能、产量持续增加，而工业布局、产业结构没有明显改善，工业生产工艺、污染治理水平没有有效提高，导致多数重金属污染物的排放量仍在增加。根据第一次全国污染源普查结果显示：2007年全国铅、汞、镉、铬、砷等五种重金属在废水中排放量近900万吨，大气中排放量达9500吨。含重金属生产废物的大量排放造成了环境的严重污染。据报道，我国每年有1200万吨粮食遭到重金属污染，直接经济损失超过200亿元。截止2009年，我国约有1/6的耕地受到重金属污染，受到污染的土壤面积则至少有2000万公顷。严重的重金属污染给国民健康也带来了巨大的威胁。据统计，2009年至今，我国已发生30多起严重的重金属污染事件，如2011年8月云南曲靖“铬渣非法倾倒致污事件”，2009年8月湖南武冈儿童铅中毒事件，2009年7月湖南浏阳镉污染事件等，对所在

地环境和居民的身心健康造成了严重的损害。

## 二、重金属污染的特点

### (一) 污染来源

工业生产是重金属污染的主要来源，重金属元素在开采、冶炼、加工、制造，以及生产废物的排放等过程中，均可能进入大气、水、土壤中；机动车等交通工具的尾气中也常常含有重金属（如铅、锰等），被直接排放到大气中；另外，建筑材料、金属管道、厨具、油漆、瓷器、电池等大量的生活用品中也含有重金属元素，在一定的条件下，可以释放出来（如陶瓷餐具中的铅在高温下易于溶解逸出、金属供水管道中的铅、铜等元素可以缓慢释放到水中等），造成生活环境的污染。

### (二) 污染特点

重金属污染物与其他污染物相比有以下三个特点。一是隐蔽性：重金属污染在视觉上常难以识别，导致受到污染的食物被直接食用，受到污染的水被用于灌溉农田、养殖或直接饮用，受到污染的土壤被用于耕作和种植，从而对健康产生直接或间接的危害。二是持续性：重金属污染与其他有机化合物的污染不同，很多有机化合物可以通过自然界本身物理的、化学的或生物的净化，发生分解或降解，使其有害性降低或消除。而重金属及其化合物大多性质稳定，在环境中很难降解，从而产生持续性的污染和危害。三是生物富集性：重金属可以通过食物链，使其在生物体内的浓度逐级大幅度增高，最后进入人体并产生毒性效应。而且，食物中所含的重金属并不能通过水洗、浸泡、加热、烹调等方法减少。

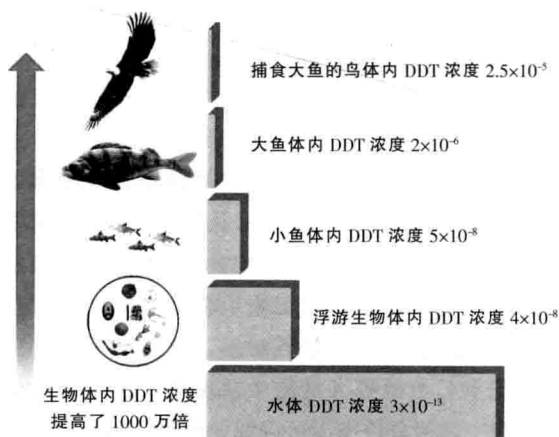


图 1 生物富集作用

DDT: 双对氯苯基三氯乙烷。

### 三、重金属污染物的健康危害

#### (一) 重金属进入人体的途径

重金属主要通过消化道、呼吸道和皮肤黏膜接触等途径进入人体。以铅为例，铅的冶炼过程中产生的烟尘、含铅汽油燃烧时排放的含铅废气可以直接被肺部吸入，有机铅也可以通过皮肤吸收进入人体；铅还可以沉降到水体和土壤中，人饮用了被铅污染的水，或者食用了被铅污染土壤中生长的农作物，铅及其化合物就可以通过消化道进入人体。

#### (二) 重金属的体内代谢

少量的重金属离子进入消化道内后，先被吸收入血，流经肝脏时，可以被肝脏吸收，这部分重金属可以缓慢地随胆汁排入肠腔，通过粪便排出体外；部分重金

属还可以通过肾脏代谢随尿液排出；汗腺、唾液腺、乳腺等也可以少量排泄。但是，如果摄入的重金属离子较多，超出了人体的解毒、排泄能力，则会在某些重要的器官中蓄积。例如：铅可以蓄积于骨骼和中枢神经系统；还有研究发现，实验动物在摄入含有铅、镉、汞的饲料后，肝脏、肾脏中重金属的含量较高，而肌肉组织中则不易蓄积。

重金属在人体内可以和分子结构中含羟基、氨基、巯基的蛋白质及各种酶类直接结合，或者置换蛋白质或酶类活性中心部位的锌离子或钙离子，从而影响其正常的生理、生化功能，甚至失去生物活性，导致出现蛋白质和糖类代谢紊乱等病症。其他重要的生命物质如核糖核酸、神经递质、激素、含氧脂肪酸等也能与重金属结合或发生相互作用，使上述物质丧失或改变了原有的生化功能而引起病变。

### （三）重金属毒性的类型

重金属对人体的毒害类型及程度与其本身毒性特点、侵入途径、暴露时间、化学状态、体内浓度、排出速度以及不同重金属之间的协同作用等有关，可导致人体各系统、器官发生急性中毒、亚急性中毒、慢性中毒等危害。

1. 急性中毒：指重金属毒物一次性或短时间内（几分钟至数小时）大量进入人体而引起的中毒。如急性砷中毒者可发生神经功能障碍、呼吸困难、心力衰竭等，甚至死亡。

2. 慢性中毒：指重金属毒物少量长期进入人体，引起的毒性效应。如低剂量、长期接触镉可以引起慢性