

重金属健康危害的预防和监测

中国疾控中心职业卫生与中毒控制所

张宏顺

2015.11

目 录

重金属对人体的健康影响

重金属健康危害的预防

重金属健康影响的调查和监测

重金属的概念

- 目前尚无严格统一的定义。
- 一般认为比重大于5（或密度大于 4.5g/cm^3 ）的金属，包括金、银、铜、铅、锌、镍、钴、铬、汞、镉等大约54种。
- 国内环境保护部监测工作要求：以铅、汞、镉、铬和砷为重点监测项目，同时兼顾镍、铜、锌、银、钒、锰、钴、铊、铈等其他重金属污染物。

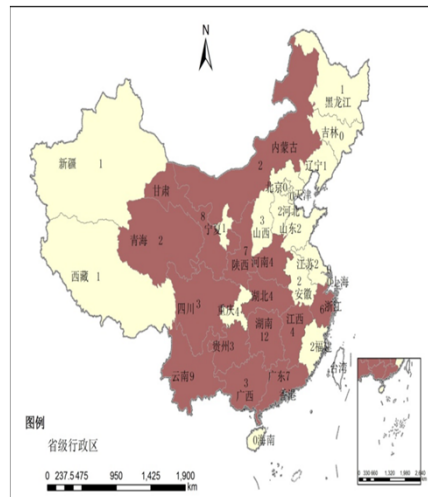
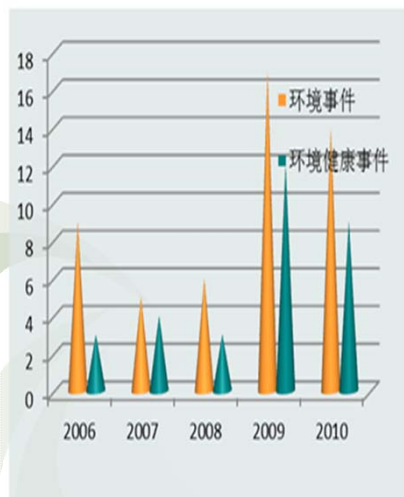
重金属对人体的健康影响

- 有些重金属是人体必需元素，如铁、铜、锌、锰、铬、镍、钴等。
- 铁：参与氧的运转，交换及组织呼吸。
- 铜：与铁相互作用形成胶原蛋白，增强血管弹性。
- 锌：70多种酶代谢的必需物质。
- 铬：加强胰岛素对糖的和脂类的作用。
- 钴：是维生素 B_{12} 的成分。
- 锰：过氧化物和焦葡萄糖盐羟基酶组分，参与糖代谢。
- 镍：脂尿素酶组分，促进铁的吸收，刺激造血。

重金属对人体的健康影响

- 大部分重金属并非人体生命活动所必需，如铅、汞、镉、铊、钡等。
- 人体必需重金属元素，如果体内剂量过大，或接触暴露方式不同，也会出现明显脏器损害，如铜、铁、锡、锰、铬等。
- 同一种重金属元素的不同存在方式，对人体有明显不同的健康影响。如铬（6价和3价），砷（3价和5价），汞（金属汞、无机汞和有机汞）。

重金属对人体的健康影响



重金属对人体的健康影响

➤ 重金属健康影响事件

时间	地点	原因	健康影响人数
2006	甘肃徽县	铅锌冶炼	368人血铅超标，14岁以下儿童149人
2006	河南卢氏	粗铅冶炼	334人血铅超标，103人铅中毒
2007	湖南浏阳	有色金属回收	112人血铅超标
2009	湖南武冈	废渣循环利用	高铅血症儿童38名，轻度铅中毒儿童28名，中度铅中毒的儿童17名
2009	陕西凤翔	冶炼	851名儿童血铅超标
2009	河南济源	冶炼	1000名以上儿童诊断铅中毒

重金属对人体的健康影响

时间	地点	原因	健康影响人数
2009	浙江长兴	铅蓄电池	500名儿童血铅超标
2009	广东清远	工业园区	246名儿童血铅超标，其中8名是重度
2010	山东泰安	铅蓄电池	121名儿童血铅超标
2011	安徽怀宁	铅蓄电池	100多名儿童血铅超标，28名达到中度铅中毒
2011	浙江德清	铅蓄电池	332人血铅超标
2012	广东清远	发电厂	196名儿童血铅超标
2012	河南灵宝	铅锌冶炼	329名儿童血铅超标

重金属对人体的健康影响

时间	地点	原因	健康影响人数
2006	湖南株洲	工业废水、农田施肥	上千人尿镉超标
2009	湖南浏阳	工业废渣废水	尿镉超标509人
2011	甘肃徽县	锌冶炼	血镉超标266人
2011	江西铜业	冶炼废渣	12人血镉超标

重金属对人体的健康影响

时间	地点	原因	健康影响人数
2005	广东英德	企业排污	29人被确认为砷中毒，其中2人危重
2007	贵州德山	企业排污	轻度砷中毒病人13例，亚急性砷中毒病人4例
2008	湖南怀化	企业排污	砷中毒人数累计为57人
2008	广西河池	企业污水外溢	450人尿砷超标，其中4人确诊为轻度砷中毒
2009	湖南耒阳	井水污染	18人轻度中毒

重金属对人体的健康影响

➤ 重金属健康危害的影响因素

毒物毒性

毒理化性质

接触剂量

接触时间

个体差异

接触途径

重金属对人体的健康影响

➤ 接触途径

呼吸道

消化道

皮肤黏膜

其他（如静脉注射）

重金属对人体的健康影响

➤ 铅 (Pb)

呼吸道

- 急性中毒少见
- 职业中毒主要途径

消化道

- 吸收7-10%，缺钙、铁可增加吸收
- 生活中毒主要途径

皮肤黏膜

- 吸收少
- 不是主要途径

重金属对人体的健康影响

➤ 镉 (Cd)

呼吸道

- 吸收较充分，可大于60%
- 职业中毒主要途径

消化道

- 吸收与溶解度有关，一般小于10%
- 生活中毒主要途径
- 污染饮食（主要是米）和水是主要暴露介质

皮肤黏膜

- 吸收极少
- 不是主要途径

重金属对人体的健康影响

➤ 汞 (Hg)

呼吸道

- 金属汞中毒主要途径

消化道

- 金属汞吸收很少, <0.01%
- 汞化合物中毒主要途径, 无机汞7-15%, 有机汞可超过30%

皮肤黏膜

- 有机汞较易吸收
- 有机汞职业接触中毒的方式之一
- 生活含汞偏方涂抹

重金属对人体的健康影响

➤ 砷 (As)

呼吸道

- 急性中毒少见
- 煤烟型室内环境污染

消化道

- 吸收充分
- 急性中毒常见
- 饮用水和煤烟降尘污染饮食

皮肤黏膜

- 吸收慢
- 不是主要途径

重金属对人体的健康影响

➤ 铬 (Cr)

- 三价铬各种途径吸收均较少，六价铬较易吸收

呼吸道

- 可溶性可吸收
- 局部作用更明显

消化道

- 六价铬吸收3-6%
- 急性胃肠道刺激腐蚀性大
- 慢性接触作用不确切

皮肤黏膜

- 六价铬通过破损皮肤易吸收
- 是健康损害主要途径

重金属对人体的健康影响

➤ 急性健康损害

- 短时间、较大剂量的暴露，如职业接触、生产性事故、含重金属中药滥用等
- 多造成明显脏器损害，但干预治疗后大多预后较好

➤ 慢性健康损害

- 长时间、小剂量（低于急性中毒阈剂量）暴露，如环境污染、不良行为习惯
- 可表现为持续进展的脏器损害，不易干预治愈；有些可导致肿瘤，如镉、砷、铬等

重金属对人体的健康影响

➤ 铅

- 急性中毒：胃肠道症状（恶心、呕吐、铅绞痛），严重者中毒性脑病，可出现溶血、中毒性肝病、肾病。
- 慢性中毒：神经系统（神经症、儿童神经行为和智力发育、周围神经系统），消化系统（铅线、消化不良、腹绞痛），造血系统（贫血）

重金属对人体的健康影响

➤ 镉

- 急性中毒：吸入引起化学性肺炎、肺水肿，口服胃肠道刺激、肾功能损害。
- 慢性中毒：肾脏损害、骨骼损害、肺部损害（吸入）。痛痛病（腰痛、肌肉疼痛、骨质疏松和自发性骨折）
- 肿瘤：肺癌

重金属对人体的健康影响

➤ 汞

- 急性中毒
- 呼吸道吸入金属汞蒸气：呼吸系统（化学性肺炎、肺水肿），消化系统（汞线、口腔黏膜和牙龈溃疡、肝损害），肾脏（肾功能衰竭），皮肤（红色斑丘疹、剥脱性皮炎）
- 口服汞无机盐：坏死性胃肠炎、肾功能衰竭。
- 口服有机汞：胃肠道症状、中毒性脊髓-多发性神经病、肾脏损害、肝脏损害，严重者中毒性脑病（精神障碍、意识障碍、向心性视野缩小）、肾功能衰竭

重金属对人体的健康影响

➤ 汞

- 慢性中毒
- 无机汞：类神经症及精神性格改变（易兴奋症）、汞震颤、口腔炎，肾脏损害、肝脏损害。
- 有机汞：类神经症、精神障碍、中毒性脑病，肝肾可受损。水俣病（运动失调、语言障碍和视野缩小）

重金属对人体的健康影响

➤ 砷

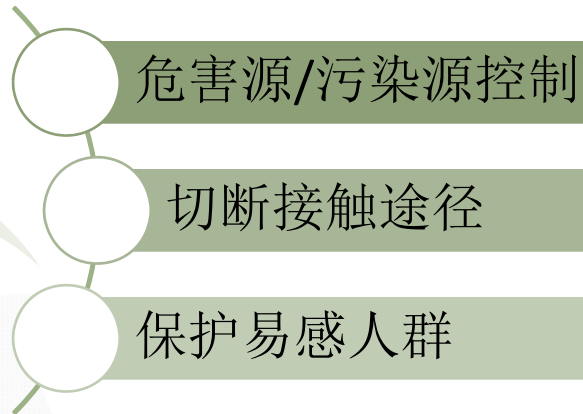
- 急性中毒：胃肠道刺激腐蚀症状、脱水、电解质紊乱、休克，肝肾损害，中毒性脑病，迟发性神经病，皮肤（糠秕样脱屑、Mees纹）；吸入可出现呼吸道刺激症状。
- 慢性中毒：多样性皮肤损害（色素沉着、角化过度或疣状增生），肝损害，类神经症和周围神经损害。
- 肿瘤：皮肤癌、肺癌。

重金属对人体的健康影响

➤ 铬

- 急性中毒：吸入后化学性支气管炎和肺炎、哮喘；口服胃肠道刺激和腐蚀、严重肝肾损害、中毒性脑病；皮肤黏膜接触铬溃疡。
- 慢性中毒：慢性呼吸道炎症、铬鼻病和鼻中隔穿孔、接触性皮炎、肝肾损害。
- 肿瘤：肺癌、鼻咽癌

重金属健康危害的预防

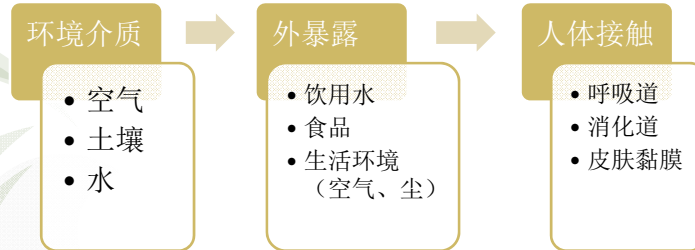


重金属健康危害的预防

- 危害源/污染源控制
 - 有毒物质管理和限制使用（有机汞和有机磷农药的禁用，无铅汽油的推广）
 - 工业企业的规划和管理
 - 工业“三废”排放的管理和环保措施加强
 - 生活垃圾的集中分类处理

重金属健康危害的预防

➤ 切断接触途径



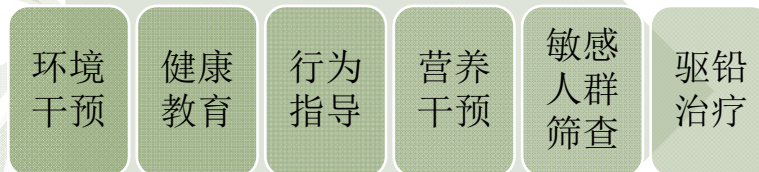
重金属健康危害的预防

➤ 保护敏感人群

- 重点地区筛查敏感人群（如婴幼儿、学龄期儿童、孕妇和哺乳期妇女）
- 加强行为干预和健康科普宣传
- 适当予以营养补充和强化

重金属健康危害的预防

- 《儿童高铅血症和铅中毒预防指南》
(2006, 卫生部)



重金属健康危害的预防

➤ 行为指导

通过对家长和儿童的指导，改变儿童不良卫生习惯和不当行为，避免铅自环境进入儿童体内。

- 教育儿童养成勤洗手好习惯，特别是饭前洗手十分重要。环境中的铅尘可在儿童玩耍时沾污双手，很容易随进食或通过习惯性的手-口动作进入体内，长久如此会造成铅负荷的增高。
- 注意儿童个人卫生，勤剪指甲。指甲缝是特别容易藏匿铅尘的部位。
- 经常清洗儿童的玩具和用品

重金属健康危害的预防

- 经常用干净的湿抹布清洁儿童能触及部位的灰尘。儿童食品及餐具应加罩防尘。
- 不要带儿童到铅作业工厂附近散步、玩耍。
- 直接从事铅作业的家庭成员下班前必须更换工作服和洗澡。不应将工作服和儿童衣服一起洗涤。不应在铅作业场所（或工间）为孩子哺乳。
- 以煤作为燃料的家庭应多开窗通风。孕妇和儿童尽量避免被动吸烟。
- 选购儿童餐具应避免彩色图案和伪劣产品。应避免儿童食用皮蛋和老式爆米花机所爆食品等含铅较高的食品。
- 不能用长时间滞留在管道中的自来水为儿童调制奶粉或烹饪。

重金属健康危害的预防

► 营养干预

儿童患营养不良，特别是体内缺乏钙、铁、锌等元素，可使铅的吸收率提高和易感性增强。因此，在日常生活中应确保儿童膳食平衡及各种营养素的供给，教育儿童养成良好的饮食习惯。

- 儿童应定时进食，避免食用过分油腻的食品。因为空腹和食品过分油腻会增加肠道内铅的吸收。
- 儿童应经常食用含钙充足的乳制品和豆制品；含铁、锌丰富的动物肝脏、血、肉类、蛋类、海产品；富含维生素C的新鲜蔬菜、水果等。

重金属健康危害的预防

► 筛查与监测

儿童铅中毒的发展是一个缓慢的过程，早期并无典型的临床表现。通过筛查早期发现高铅血症儿童，及时进行干预，以降低铅对儿童机体的毒性作用。同时通过筛查资料分析，以评价环境铅污染状况，进行定期监测。

近年来，我国儿童血铅水平总体呈下降趋势，大多数城乡儿童血铅水平等于或高于 $200\mu\text{g/L}$ 的比例很低，因此无需进行儿童铅中毒普遍筛查。但对于存在或怀疑有工业性铅污染地区，可考虑进行儿童铅中毒的筛查。

重金属健康危害的预防

► 对生活或居住在高危地区的6岁以下儿童及其他高危人群应进行定期监测。

- 居住在冶炼厂、蓄电池厂和其他铅作业工厂附近的；
- 父母或同住者从事铅作业劳动的；
- 同胞或伙伴已被明确诊断为儿童铅中毒的。

重金属健康影响的调查和监测

- 国内对重金属铅健康危害的形势分析
- 国内一系列的研究显示：2003年以前，国内儿童血铅平均水平为 $92.9\mu\text{g/L}$ ，33.8%的儿童血铅水平超过 $100\mu\text{g/L}$ ；而在2013年的一项调查结果发现国内儿童血铅水平为 $29.52\mu\text{g/L}$ ，超过 $100\mu\text{g/L}$ 的比例仅为0.06%。
- 基本结论：目前，国内铅健康危害呈现斑秃样分布，少数环境污染较重的区域人群铅负荷较高，大多数普通区域（包括城市和乡村）人群铅负荷稳定下降。

重金属健康影响的调查方法

➤ 描述性研究

利用已有资料或专门调查资料，按照不同人群特征（地区、时间、性别、年龄等），把疾病或健康状态的分布情况进行分析描述。

- 现况研究：横断面研究、典型调查
- 生态学研究：生态学比较研究、生态学趋势研究

重金属健康影响的调查方法

➤ 队列研究

将一个范围明确的人群按是否暴露于某可疑因素及暴露程度分为不同组别，追踪各自结局，从而判定相关因果关系以及关联大小。

- 前瞻性队列
- 回顾性队列
- 双向性队列

重金属健康影响的调查方法

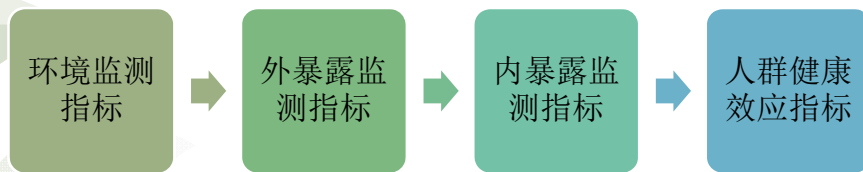
➤ 病例对照研究

比较病例组（确诊）和对照组各种因素的暴露比例，推断某些因素与疾病之间关系的研究。

➤ 干预实验研究

在一定条件下，改变一个或多个因素，前瞻性观察其效应的研究。（干预后评价）

重金属健康影响的监测指标



重金属健康影响的监测指标

- 内暴露监测指标
- 不同人体生物材料的重金属检测：血液、尿液、头发、牙齿、乳汁等生物材料中重金属检测，如血铅、牙齿铅、尿汞、尿镉、发砷等。
- 不同价态的重金属检测：三价砷和五价砷，六价铬和三价铬。
- 不同形态的重金属检测：无机汞和有机汞

重金属健康影响的监测指标

➤ 人群健康效应指标

➤ 人体健康指标

- 脏器损害指标：肝肾功能、血尿常规等。
- 神经行为指标：智商测定等。
- 物理查体指标：皮肤病变、视野损伤等。

➤ 人群效应指标

某些疾病（如高血压、慢性支气管炎、哮喘等）发病率、肿瘤发生率、出生缺陷发生率等。

重金属健康影响的监测指标

➤ 铅

内暴露

血铅

尿铅

牙齿铅

健康效应

红细胞锌原卟啉（ZPP）

尿 δ 氨基乙酰丙酸（ALA）

智商测定

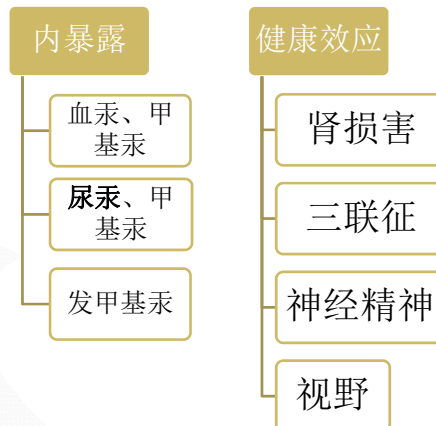
重金属健康影响的监测指标

➤ 镉



重金属健康影响的监测指标

➤ 汞



重金属健康影响的监测指标

➤ 砷

内暴露

血砷

尿砷

发砷

健康效应

皮肤检查

肝肾功能

神经电生理

重金属健康影响的监测指标

➤ 铬

内暴露

血铬

尿铬

红细胞铬

健康效应

耳鼻喉、皮肤
物理查体

血常规

肺功能



谢谢