



重金属中毒

潜伏在生活中的健康杀手

作者：欧阳美璇；Email: oyangmx@163.com

一、认识重金属中毒

近期,重金属中毒问题再次以严峻的姿态进入公众视野。有案例显示,某些色彩过于鲜艳的食品、过于便宜的塑料手机壳、拖鞋和儿童玩具等,因不当添加含铅物质,导致铅含量严重超标。检测发现,相关食品中铅含量高达 1052~1340 mg/kg,远超《食品安全国家标准食品中污染物限量》中 0.2 mg/kg 的限量要求^[1],超标倍数约达 5000 倍。这种严重的铅污染会对人体健康造成巨大威胁,也让重金属中毒的潜在风险再次引发社会各界的高度关注(图 2 展示了重金属中毒对人体的影响)。

二、重金属中毒的核心知识

(一) 什么是重金属

从化学定义来讲,重金属通常指密度大于 4.5 g/cm^3 的金属,涵盖了铅、汞、镉、铬以及类金属砷等常见元素。在正常情况下,这些重金属元素在自然环境中以相对稳定的状态存在,并且部分重金属如铜和锌等,还是人体维持正常生理功能所必需的微量元素。但当它们的含量超过一定限度(具体参照国家食品安全标准^[1]),或者以异常的化学形态存在时,就可能摇身一变,成为危害人体健康的“毒物”。



【图 1】重金属中毒(图片来源于百度百家号·光明网)



【图 2】重金属中毒对人体产生的影响(左图来源于百度·爱健身的大白兔医生,右图来源于网易·原子量)

(二) 重金属进入人体的途径

1. 饮食摄入: 这是重金属进入人体最常见的途径之一。被污染的水源,可能含有铅、汞和镉等重金属,人们长期饮用后,重金属便在体内逐渐积累。一些生长在污染土壤中的农作物,也会吸收土壤中的重金属,比如水稻对镉的吸收。以日本“痛痛病”

事件为例,当地矿区废水污染农田,水稻大量吸收镉元素,村民长期食用受污染水稻后,骨骼健康严重受损^[2]。此外,食物链的富集作用也不可小觑。处于食物链顶端的大型食肉鱼类,如金枪鱼和鲨鱼等,由于不断捕食体内含有重金属的小型生物,其体内重金属含量往往极高。人类食用这

些鱼类后,重金属随之进入人体。

2. 呼吸吸入: 工业废气排放、汽车尾气等,都可能含有重金属颗粒。在一些重工业发达地区,工厂排放的废气中可能含有铅和汞等重金属,这些重金属以微小颗粒的形式悬浮在空气中,人们呼吸时,便将其吸入体内。例如,在过去,含铅汽油的广泛使用,使得汽车尾气成为空气中铅污染的重要来源,尤其是在交通繁忙的城市街道,空气中铅含量明显升高。此外,室内装修使用的一些含铅油漆、涂料等,在老化和剥落过程中,也会产生含铅粉尘,通过呼吸道进入人体。

3. 皮肤接触: 部分化妆品和染发剂中,可能违规添加重金属成分。一些宣称具有快速美白效果的化妆品,为了达到短期内提亮肤色的目的,可能添加汞等重金属。使用者在涂抹化妆品过程

中,重金属通过皮肤渗透进入人体。另外,从事某些特定职业,如电池制造、电镀和采矿等的工人,在工作过程中会频繁接触到含重金属的物质,如果防护措施不到位,重金属就可能通过皮肤接触进入体内。

(三) 重金属中毒的化学机理

铅中毒: 重金属离子具有很强的亲电性,容易与蛋白质中的巯基($-SH$)、氨基($-NH_2$)等官能团发生化学反应,形成稳定的络合物。人体内众多酶都是由蛋白质构成,酶的活性中心往往含有这些易与重金属结合的官能团。当重金属与酶结合后,会改变酶的空间结构,使其活性丧失或降低,进而影响人体内一系列酶促反应的正常进行。以铅中毒为例^[3],铅能够与参与血红素合成的多种酶结合,抑制这些酶的活性,阻碍血红素的合成,最终导致人体出现贫血症状(图3A)^[4]。

在日常生活中,儿童啃咬含铅油漆的玩具或墙面、使用劣质含铅釉彩陶瓷餐具和劣质手机壳等都有可能使铅进入人体(图3B)^[5]。儿童正处于神经系统快速发育的关键时期,血脑屏障功能相对较弱,铅能够轻易侵入大脑,导致智力发育迟缓、注意力不集中和行为异常等问题,且这些损伤大多具有永久性。成人铅中毒后,主要症状表现为贫血、腹痛和关节疼痛等,长期暴露在高铅环境中,肾脏和心血管系统也会受到严重损害,增加患肾脏疾病和心血管疾病的风险。

汞中毒: 重金属进入细胞后,会干扰细胞内的正常代谢过程。从化学原理来看,甲基汞与细胞膜上的巯基有很强的亲和力,进入人体后容易与细胞内的蛋白质、酶等生物大分子结合(图4)^[6],改变其结构和功能。例如,汞离子能够干扰细胞内的钙离子信号通

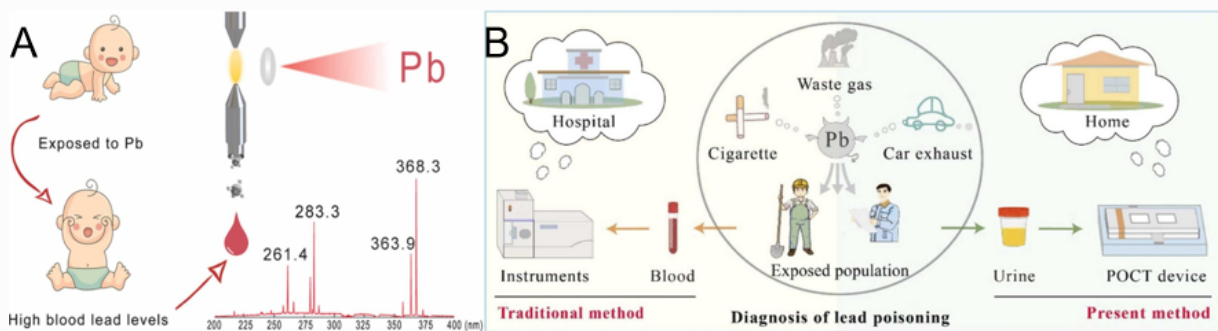


图3 (A) 为儿童血铅即时诊断图^[4]; (B) 为铅对人体的危害^[5]

路，导致细胞内钙离子浓度异常，影响细胞的正常功能。在神经系统中，这种干扰会导致神经细胞的代谢紊乱，影响神经信号的传递，引发一系列神经系统症状。

汞中毒中，最为典型的当属 20 世纪 50 年代日本的水俣病事件。当时，日本当地工厂向水体排放大量含汞废水，汞在鱼类体内不断富集，当地村民长期食用受污染鱼类后，陆续出现四肢麻木、视力模糊和精神失常等严重症状，且这种危害还遗传到下一代。无机汞如体温计中的汞珠，进入人体后主要损害肾脏；而有机汞，如甲基汞，具有极强的亲脂性，能够轻松穿透血脑屏障。

在日常生活中，汞的潜在来源多样，被污染水域中的大型食肉鱼类，如金枪鱼和鲨鱼等，由于处于食物链较高位置，体内往往富集大量汞元素；一些宣称有美白功效的劣质化妆品，可能违规添加汞成分；实验室和医院若发生汞泄漏事件且处理不当，也会使周边人员暴露在汞的威胁之下。

镉中毒：重金属在人体内会诱导产生大量的活性氧(ROS)，如超氧阴离子自由基($\cdot\text{O}_2^-$)、羟

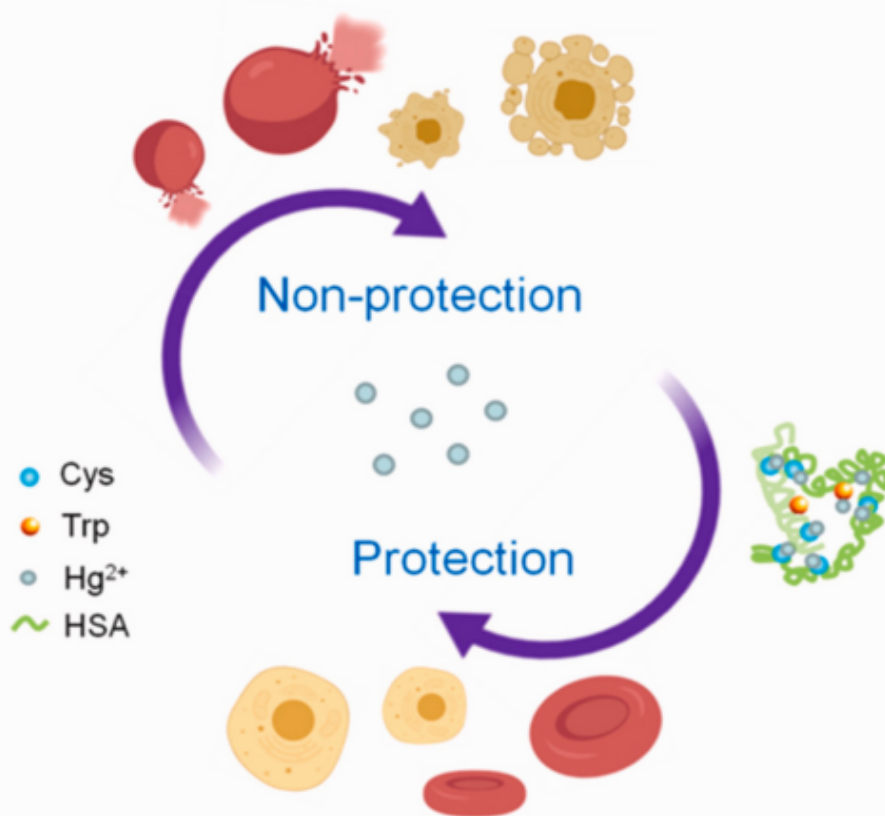


图4】汞离子与血红蛋白机理图^[6]

自由基($\cdot\text{OH}$)等。这些活性氧具有很强的氧化性，能够攻击细胞内的脂质、蛋白质和核酸等生物大分子，使其发生氧化损伤。例如，镉中毒^[7]会导致细胞内 ROS 水平升高，引起脂质过氧化反应，破坏细胞膜的完整性，同时也会损伤蛋白质和 DNA，影响细胞的正常功能和遗传信息的传递。长期的氧化应激还可能引发炎症反应，进一步加重组织和器官的损伤。镉进入人体后，半衰期长达 10~30 年，主要在肾脏和骨骼中蓄积。从化学角度分析，镉会与肾脏细胞中的金属硫蛋白

结合，形成稳定的复合物，导致金属硫蛋白的功能异常，进而损伤肾小管，使肾脏的过滤和排泄功能出现障碍，引发蛋白尿，严重时可能发展为肾功能衰竭。在骨骼中，镉会干扰钙代谢相关的化学反应，抑制成骨细胞的活性，促进破骨细胞的功能，导致骨质流失，最终引发骨质疏松，患者会出现全身疼痛难忍和骨骼脆弱易骨折等症状。镉的来源广泛，包括食用被污染土壤中种植的农作物、吸烟（烟草会吸收土壤中的镉）以及电镀和电池工业排放等。

三、重金属中毒的通用预防原则

(一) 饮食方面

选择安全食材：优先选择来自可靠产地和经过正规检测的食材。避免食用来源不明的海鲜，尤其是金枪鱼和鲨鱼等大型食肉鱼类，减少食物链富集带来的重金属摄入风险。对于蔬菜和水果，要仔细清洗，蔬菜用流水冲洗，能有效去除表面残留的重金属；水果尽量去皮食用。同时，要注意避免食用受污染地区的农作物，关注食品安全信息，了解农产品产地的环境状况。

谨慎选择餐具：在挑选陶瓷餐具时，务必查看是否有“无铅釉”标识，避免使用可能含铅的劣质餐具。一些彩色图案较多、釉面光亮的陶瓷餐具，可能在制作过程中使用了含铅颜料，长期使用存在铅溶出的风险。此外，破损的金属可能会析出重金属，因此，避免使用金属表面有破损和刮痕的不锈钢餐具。对于儿童餐具，更要选择材质安全和工艺合格的产品，确保孩子的饮食安全。

合理饮食搭配：通过合理的饮食搭配，可以在一定程度上减少重金属的吸收。多食用富含蛋白质、维生素和矿物质的食物，如牛奶、豆制品、新鲜蔬菜和水果等。蛋白质可以与重金属结合，减

少其在肠道内的吸收；维生素 C 具有抗氧化作用，能减轻重金属对身体的氧化损伤；钙、铁和锌等矿物质在肠道内与重金属竞争吸收位点，有助于降低重金属的吸收量。同时，要避免食用过多高油脂、高热量的食物，因为这些食物可能会促进肠道对重金属的吸收。

(二) 生活环境方面

远离污染源头：在选择居住环境时，尽量远离工业污染区，如蓄电池厂、冶炼厂和电镀厂等周边区域。这些工厂在生产过程中可能会排放大量含重金属的废气、废水和废渣，对周边环境造成严重污染。如果不得不居住在工业区域附近，要注意加强室内通风，安装空气净化设备，减少室内空气中重金属颗粒的浓度。此外，要避免在交通繁忙的主干道附近长时间停留，减少汽车尾气中重金属的吸入。

注意室内环境：对于老旧房屋，如果需要进行装修铲除含铅油漆，应聘请专业人员操作，并做好防护和降尘措施，防止含铅扬尘在室内扩散，污染空气。在装修过程中，选择符合国家标准环保的建材，减少建筑材料中重金属的释放。对于新装修的房屋，要充分通风晾晒后再入住，让可能存在的有害气体和重金属

挥发出去。

关注水质安全：定期对家庭饮用水中的重金属含量进行检测，特别是使用井水或来自水源受污染地区的居民。如果发现水中重金属超标，可采用安装净水器等方式进行处理。选择质量可靠、具有去除重金属功能的净水器，并按照说明书定期更换滤芯，确保净水器的正常运行。此外，避免饮用长时间存放在金属容器中的水，尤其是酸性或碱性较强的饮料，因为这些液体可能会促使金属容器中的重金属溶出。

(三) 个人习惯方面

培养良好卫生习惯：勤洗手是预防重金属中毒的重要措施之一。特别是在接触可能含有重金属的物品后，如玩具、文具和土壤等，要及时洗手，避免将手上的重金属通过口腔进入体内。教育儿童养成勤洗手的好习惯，不要啃咬玩具、手指和铅笔等物品。对于从事与重金属相关职业的人员，在工作结束后，要更换工作服、洗澡，彻底清洗身体，防止将工作场所的重金属带回家中。

谨慎使用化妆品和药品：在选择化妆品和药品时，要选择正规品牌、有质量保证的产品。避免使用宣称具有神奇功效但成分

不明的化妆品,尤其是美白和祛斑类产品,这些产品可能违规添加重金属。对于一些含有重金属成分的中药,如朱砂和雄黄等,要在医生的指导下谨慎使用,避免长期大量服用导致重金属在体内蓄积。同时,要注意查看化妆品和药品的成分表,了解其中是否含有可能对身体有害的重金属。

增强自我保护意识: 了解重金属中毒的相关知识,提高对重金属危害的认识。关注身边可能存在的重金属污染源,如老旧建筑中的含铅油漆和劣质塑料制品等,尽量避免接触。对于一些可能产生重金属污染的活动,如废旧电池回收和金属加工等,要采取相应的防护措施,如佩戴手套和口罩等。如果发现身边存在重

金属污染问题,要及时向相关部门反映,共同维护良好的生活环境。

四、总结

重金属中毒,犹如一个隐匿在暗处的健康杀手,时刻威胁着人类的生命安全。重金属通过饮食摄入、呼吸吸入和皮肤接触等多种途径进入人体,与体内生物分子发生复杂化学反应,干扰正常生理功能,对人体造成严重损害。为了有效预防重金属中毒,我们需要从饮食、生活环境和个人习惯等多个方面入手。在饮食上,选择安全食材,谨慎挑选餐具,合理搭配饮食;在生活环境方面,远离污染源头,注意室内环境和水质安全;在个人习惯上,培养良好卫生习惯,谨

慎使用化妆品和药品,增强自我保护意识。同时,相关部门应进一步加强环境监管力度,严格规范工业生产流程,提高食品安全标准,加大对违规生产、排放及使用重金属等行为的惩处力度。

只有通过全社会的共同努力,我们才能有效减少重金属中毒事件的发生,为自己和家人的健康筑起一道坚固的防线。毕竟,健康是美好生活的基石,只有拥有健康的身体,我们才能尽情享受生活的美好,创造更加光明的未来。让我们行动起来,从现在做起,从身边的小事做起,共同防范重金属中毒,守护我们的健康家园。

参考文献

- [1] 食品安全国家标准食品中污染物限量: GB 2762-2022[S]. 中国标准出版社, 2022.
- [2] Yang X, Lin R, Zhang W, et al. Comparison of Cd subcellular distribution and Cd detoxification between low/high Cd-accumulative rice cultivars and sea rice[J]. Ecotoxicol Environ Saf, 2019, 185(15): 109698-109711.
- [3] He L B, Lin Y, Chen P P, et al. A microplasma optical emission spectrometry pen for point-of-care diagnosis of child blood lead[J]. J Hazard Mater, 2022, 439(4): 12607-12622.
- [4] Yapfrine S J, Oginawati K, Buftheim , et al. Association between blood lead levels and heme synthesis process in paint industry workers[J]. Eduvest: J Univ Studies, 2023, 3(5): 976-988.
- [5] Ma Y, Chen L, Luo Y, et al. A novel indicator for lead poisoning beyond blood lead level: Facile diagnosis of lead poisoning using random urine with point-of-care testing[J]. J Hazard Mater, 2024, 477(4): 135249-135258.
- [6] Song S J, Li Y L, Liu Q S, et al. Interaction of mercury ion (Hg^{2+}) with blood and cytotoxicity attenuation by serum albumin binding[J]. J Hazard Mater, 2021, 412: 125158.
- [7] Lemaire J, Vander C, Savary G, et al. Cadmium-induced renal cell toxicity is associated with MicroRNA deregulation[J]. Sage Publ, 2020, 39(2): 103-114.