

■ 学前保育研究

# 饮用水中重金属污染对婴幼儿健康的影响

赵大洲

(陕西学前师范学院化学与化工系, 陕西西安 710100)

**摘要:** 婴幼儿时期作为个体发育的特殊阶段, 有着不同于儿童及成年人的生理特性, 对化学污染物的毒性作用特别敏感, 易发生严重的发育障碍。水中化学污染物对健康的影响, 有些是单器官的、局部的, 有些是全身性、多系统的, 有的存在剂量效应关系、蓄积效应等作用。本文就婴幼儿对饮用水中多种化学污染物的易感性以及相关标准限值以及去除方法进行讨论, 为婴幼儿健康成长提供理论依据。

**关键词:** 婴幼儿; 饮用水; 重金属; 健康

**中图分类号:** G617; R175

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2095-770X(2018)04-0082-05

**PDF 获取:** <http://sxxqsfxy.ijournal.cn/ch/index.aspx>

**doi:** 10.11995/j.issn.2095-770X.2018.04.018

## Effects of Heavy Metals in Drinking Water on Infant Health

ZHAO Da-zhou

(Department of Chemistry and Chemical Engineering, Shaanxi Xueqian Normal University, Xian 710100, China)

**Abstract:** As a special stage of individual development, infants have different physiological characteristics, which are different from those of children and adults. Some of the effects of chemical pollutants in the water on the health of a single organ, local, some systemic, multi system, there are some dose effect relationship, accumulation effect, etc.. In this paper, we discuss the susceptibility of infants to a variety of chemical pollutants in drinking water, the relevant standard limits and removal method, so as to provide a theoretical basis for the healthy growth of infants and young children.

**Key words:** infant; drinking water; heavy metal; health

水,作为化学物质迁移和循环的主要介质,是人类生活和生产不可或缺的物质之一,人类活动的多数污染物以水溶液的形式排放<sup>[1-2]</sup>。因此,水体质量问题将直接影响人类的身体健康。依据世界卫生组织(WHO)的调查研究指出,人类多数的疾病都与饮用水的水质密切相关,其中,婴幼儿约占50%,据不完全统计,全世界每年约有2500万婴幼儿因水质污染问题而生病致死<sup>[3]</sup>。法国启蒙教育家卢梭讲过:“人成长过程中最重要的时期就是婴幼儿时期”。这一时期正是人大脑的发育时期,大脑的组织成分

主要由水与脂类、蛋白类、糖类、维生素B、维生素C、维生素E和多种微量元素构成,其中水占到74.8%。大脑中水的质量与数量对大脑的功能和智能表达起着极其重要的作用。医学数据显示,当机体损失相对体重2%的水分时,信息传递速度和视觉反映能力都相应减少约20%<sup>[4]</sup>。如果这个阶段没有得到充足营养的优化水体,大脑的发育就会受到很大的影响,从而影响智力。因此,饮用水水质的好坏在婴幼儿成长的过程中起着关键性的作用。其中化学污染是影响水质的主要因素,婴幼儿时期作

**收稿日期:** 2017-07-06; **修回日期:** 2017-09-20

**基金项目:** 陕西省教育科学“十三五”规划2016年度科学研究项目(SGH16H132); 陕西学前师范学院2017年公共通识教育选修课程《化学发展史》建设项目资助; 陕西学前师范学院化学“一流专业”建设项目资助。

**作者简介:** 赵大洲,男,山西朔州人,陕西学前师范学院副教授,博士,主要研究方向:无机材料化学。

为个体发育的特殊阶段,有着不同于儿童及成年人的生理特性,对化学污染物的毒性作用特别敏感,易发生严重的发育障碍<sup>[5]</sup>。

## 一、饮用水中镉元素对婴幼儿的影响

### (一) 镉元素污染对婴幼儿健康的危害

镉元素是毒性较大的重金属元素,浓度较低的镉元素进入到体内,由于生物体积累以及放大富集,使其对肝、肺、肾、脑、睾丸及血液系统产生毒素影响,并且在一定程度上还会导致细胞癌变和基因突变。婴幼儿对镉元素的敏感性更高,长期接触镉元素,不仅会影响肾脏和骨骼的正常发育,还会影响婴幼儿免疫系统的正常运行与功能性发育,还会对学习和记忆等高级神经活动有损害<sup>[6]</sup>。

相比正常婴幼儿,精神发育迟滞及边缘弱智的婴幼儿体内镉元素的含量明显较高,并且镉元素对婴幼儿的认知能力以及神经系统损伤具有激发性作用。

马军课题组<sup>[7]</sup>通过“韦氏记忆量表”对0—6岁婴幼儿的记忆能力进行测试,数据结果表明,镉元素污染区婴幼儿的记忆能力远远低于未污染区,说明镉元素对发育期婴幼儿的记忆能力还是有较大的损害作用,集中表现在短时间和长时间记忆。

李军等人<sup>[8]</sup>用智商测验以及学习成绩统计等方法对0—6岁婴幼儿的智力发展水平进行测试,调查结果显示,婴幼儿的智力发育和镉元素的含量有着密切的关系,镉元素含量较高可能会导致婴幼儿智力下降、言语迟钝等疾病的产生。

### (二) 饮用水中镉元素的标准限值

世界卫生组织(WHO)针对饮用水中镉元素含量做出相关规定。2011年,新加坡最新的《饮用水水质准则》中,对饮用水中镉元素的限值设定为0.003mg/L。我国《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2006)中对饮用水中镉元素的限值设定为0.005mg/L,《饮用净水水质标准》(CJ94—2005)对饮用水中镉元素的限值设定为0.003mg/L。

## 二、饮用水中铅元素对婴幼儿的影响

### (一) 铅元素污染对婴幼儿健康的危害

铅元素是一种常见的水体环境污染物,在婴幼儿的发育和成长过程中影响较大。原因是婴幼儿对铅元素的吸收程度高于成人,同时铅元素对婴幼儿

未发育成熟的中枢神经系统损害也较大<sup>[9—11]</sup>。高浓度的铅元素对婴幼儿的多数器官和系统都会产生毒性效应,包括血液系统、中枢神经系统、生殖系统、心血管系统、外围神经系统和肾脏系统等。近10年来,铅元素对婴幼儿健康效应的相关研究表明,长期接触较低浓度的铅元素会造成婴幼儿行为、生长及智力发育等不可逆性的损害,而且是长期的甚至是无法治愈的。

Canfield等人<sup>[12]</sup>通过10多年调研,当血液中铅元素的浓度低于100 $\mu\text{g/L}$ 时,婴幼儿的认知功能也明显下降,同时,血液中铅元素的浓度越低,其婴幼儿IQ值越小,说明IQ与血液中铅元素的浓度成负相关关系。相关研究发现,婴幼儿血液中铅元素的浓度每上升100 $\mu\text{g/L}$ ,其智商就会下降6—8,而且铅元素浓度升高还会影响到婴幼儿的阅读、拼写和记忆等学习能力。更重要的是,铅元素对婴幼儿大脑中枢神经系统的毒性体现在行为功能的改变上,婴幼儿血液中铅元素的浓度过高会导致婴幼儿注意力分散以及伴随着攻击性行为 and 成年后的犯罪行为。

Lanphear课题组研究发现<sup>[13]</sup>,血液中铅元素的浓度下降到25 $\mu\text{g/L}$ 时,也会使阅读、数学运算、短期记忆以及视觉能力受到损害;医学数据研究证明,在高浓度铅元素污染环境中,婴幼儿智力低下的病发率会明显升高,研究者发现血液中铅元素的浓度每增加10 $\mu\text{g/L}$ ,婴幼儿智商(IQ)值下降近4.6%。

黄文湧等人<sup>[14]</sup>采用Conners量表评价4—11岁婴幼儿多动症行为后,结果表明,血液中铅元素的浓度水平与儿童多动行为发生的几率呈明显剂量效应关系。

### (二) 饮用水中铅元素的标准限值

在美国,饮用水国家标准中铅元素的最大限值为0.015mg/L,对部分地区学校的饮用水采样分析,检测结果表明,铅元素的含量约超标3.6%<sup>[15]</sup>。我国《生活饮用水卫生标准》(GB5749—2006)铅元素的标准限值0.01mg/L,已与国际饮用水标准接轨。

## 三、饮用水中锰元素对婴幼儿的影响

### (一) 锰的生理功能和对婴幼儿健康危害

锰元素是人大脑发育和身体机能所必需的微量

元素,锰元素含量过高会引起人体慢性中毒,主要影响人体神经系统。国内外流行病学研究数据显示,锰元素含量超标直接影响婴幼儿的中枢神经系统,其主要临床表现集中在婴幼儿的学习能力和记忆能力的下降。

王荔等研究锰元素对婴幼儿神经系统,包括婴幼儿的认知、记忆能力的影响<sup>[16]</sup>。

Woolf 课题组<sup>[17]</sup>对多位长期接触锰元素超标饮用水的幼儿进行检测发现,其语言和记忆能力明显较差。Riojas 等人<sup>[18]</sup>对墨西哥中部矿区的部分婴幼儿研究发现,其锰元素含量远高于非矿区婴幼儿,且医学检测结果发现,锰元素的含量导致 IQ 值明显降低。饮用水中锰元素的含量每增加 10 倍,其相应的 IQ 值就降低 2.4。

## (二) 饮用水中锰元素的标准限值

美国、日本等发达国家的饮用水标准,锰元素含量的标准限值为 0.05mg/L,我国饮用水卫生标准(GB5749-2006)中对锰元素含量的标准限值规定为 0.1mg/L,饮用净水水质标准(CJ94-2005)中规定锰元素含量的标准限值为 0.05mg/L。

## 四、饮用水中铜元素对婴幼儿的影响

### (一) 铜元素污染对婴幼儿健康的危害

随着现代化的发展,我国的饮用水因铜离子污染的问题也日益严重。铜离子具有潜伏性和隐蔽性,不易发现,一经发现就已经不可逆转。铜离子的中毒与其他的中毒不同,如果是铜离子中毒,则初期症状很轻微,不易被发现,极易被人忽视,等到发现的时候就已经为时已晚。虽然水中本身就含有铜离子,但当超过一定的限度时,也会危害人体。如果饮用水中含有较多铜离子对婴幼儿会有很大的危害,超标的铜离子会与蛋白质中的巯基结合,干扰巯基酶的活性,导致婴幼儿的身体协调能力的下降<sup>[19]</sup>。

### (二) 饮用水中铜元素的标准限值

美国、日本等发达国家的饮用水标准,铜元素含量的标准限值为 0.1mg/L,我国饮用水卫生标准(GB5749-2006)中对铜元素含量的标准限值规定为 0.1mg/L,饮用净水水质标准(CJ94-2005)中规定铜元素含量的标准限值为 0.05mg/L。

## 五、饮用水中硝酸盐对婴幼儿的影响

### (一) 硝酸盐对婴幼儿健康的影响

硝酸盐自身对机体没有明显毒害作用,但是进

入到体内,可被还原为亚硝酸盐,亚硝酸盐是一种潜在的剧毒致癌物,一定程度上可以引起食道癌、胃癌以及肝癌等疾病<sup>[20]</sup>。

硝酸盐是地表水或地下水中普遍存在的一种污染物。对于婴幼儿而言,饮用水中硝酸盐是一种潜在的污染因素,因为婴幼儿在成长过程中需要消耗大量的水份,与此同时,婴幼儿未成熟的消化系统会还原部分硝酸盐成亚硝酸盐,进而影响婴幼儿的健康发育。相关医学研究曾报道<sup>[21]</sup>,饮用水中硝酸盐浓度达到 90-140mg/L 时,即可引发婴幼儿高铁血红蛋白症。医学认为<sup>[22]</sup>,亚硝酸盐在人体体内会引起细胞供氧不足,摄入浓度较高的亚硝酸盐会造成婴幼儿智力发育缓慢,听力和视觉的反应也相应会迟钝。

### (二) 饮用水中硝酸盐的标准限值

目前,世界卫生组织《饮用水水质准则》中规定饮用水中硝酸盐的标准限值为 11mg/L。我国《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中饮用水中硝酸盐的标准限值为 10mg/L。《饮用净水水质标准》(CJ94-2005)中饮用水中硝酸盐的标准限值为 10mg/L。

## 六、饮用水中三氯甲烷对婴幼儿的影响

### (一) 三氯甲烷污染对婴幼儿健康的影响

在我国,饮用水消毒普遍采用氯消毒法,副产物会产生三氯甲烷和氯乙酸等许多氯代烃致癌物。其中,高浓度的三氯甲烷会导致直肠癌和结肠癌等消化系统癌症。近 20 年,相关研究表明,饮用水中三氯甲烷会引发肿瘤性癌症,三氯甲烷的含量越高,致癌的程度也越高。饮用水中三氯甲烷浓度  $\geq 50\mu\text{g/L}$  和  $\geq 75\mu\text{g/L}$  时,婴幼儿患结肠癌的危险性会明显增加<sup>[23]</sup>。

饮用水中副产物三氯甲烷对婴幼儿健康影响集中在生殖和发育方面。医学研究证明<sup>[24]</sup>,饮用水中含有高浓度的三氯甲烷,会极大程度的增加婴幼儿出生的缺陷概率,饮用水中三氯甲烷的浓度  $> 40\mu\text{g/L}$  的婴幼儿,中枢神经缺陷的概率较高。Cedergren 课题组研究发现<sup>[25]</sup>,饮用水中副产物三氯甲烷的浓度  $> 10\mu\text{g/L}$  时,婴幼儿先天性心脏病的危险性会显著增加。

### (二) 饮用水中三氯甲烷的标准限值

在我国,《生活饮用水卫生标准》(GB5749-

2006) 规定饮用水中三氯甲烷的标准限值为 0.06mg/L;《饮用净水水质标准》(CJ94-2005) 规定饮用水中三氯甲烷的标准限值为 0.03mg/L。

## 七、饮用水中重金属离子的去除方法

目前,处理饮用水中重金属离子的方法主要有以下几种:中和沉淀法、硫化物沉淀法、电化学法、离子交换法、吸附法和生物法等。

### (一)中和沉淀法

中和沉淀法中主要是化学中和法、混凝沉淀法。此方法是根据重金属的化学性质所决定的,重金属污水在经过一系列的化学反应区后,让污水中的重金属离子由原来的游离状态变成金属化合物沉淀下来,在通过进一步的化学反应进行分离。处理成功的标志是当水的 pH 值为 6.92 时,即证明处理达标。

### (二)硫化物沉淀法

该方法的优点是在于硫化物的溶解度比氢氧化物的溶解度小得多且这类反应的 pH 值范围很宽,也不需要分流处理。但由于硫化物不容易沉降该方法的应用不是很广泛。在这一点上该方法没有沉淀中和法应用广泛。实际上,有很多人开始着手开发新型的沉淀剂,例如近来较为新型的用 ISX(淀粉黄原酸酯)处理废水的方法以及新型的重金属捕获剂(DDTC)等。

### (三)电化学法

电化学法具有高效、自动、污泥少等、优点,而且还可以回收重金属,具有回收利用的特点。该方法是目前较为成熟的处理含重金属废水的方法,因此研究者不断地对这种方法进行改进,如:改进电极以不断提高处理效率和回收重金属的能力。但由于电极极容易被污染,而且耗能巨大,需要大量的财力投入,因此在很大程度上限制了该方法的普遍使用及推广。

### (四)离子交换法

该方法也是处理废水的主要方法之一,并且由于该方法具有众多优点且发展前景良好,因此该领域的研究日益深入,对于纤维素的研究也越来越多。这些方法都具有高效且不受其他因素的限制优点。用该方法处理后的水中重金属离子含量都明显降低,而且材料简单易得。膜分离法对废水的处理效果也很好,其中液膜法在国外也有学者进行研究并

发表了成果<sup>[26]</sup>。

### (五)吸附法

这类方法原理简单易懂,对重金属离子的吸附效率甚至可以达到百分之九十五以上,在工业和生活中大量使用及推广,成为当今研究的热点。其中,在一定条件下,蓝晶石对重金属离子的吸附效率甚至可以达到百分之百以上,而且通过对现存的自然材料进行改性可以大大提高交换的容量,因而该方法在实践中较为常用。

### (六)生物法

这类方法最大的优点是使用的材料是微生物,它可以不断地自行进行增殖,因而所用的原料较少。实际操作中废水中加入的生物质要根据除去重金属离子的量而定。这些优点使得生物法被广泛使用。但这一方法也存在着缺点:生物繁殖的速度无法控制以及反应速率较慢处理后的水难以回收利用等,因此近来许多生化方面的研究专家开始对这一方法进行研究,着力于改进此方法,对自然界中本来就存在的微生物进行循环处理,以保护环境,实现可持续发展<sup>[27]</sup>。

## 八、结论

随着工业化进程的加快,经济的增长伴随着环境的污染,其中环境污染最为严重并且危害最为广泛的的就是饮用水中的化学污染。饮用水中的化学污染物不仅影响婴幼儿正常的发育生长,而且关系到他们的健康成长。本文以饮用水中化学污染物的分析作为切入点,重点研究了化学污染对婴幼儿的影响以及化学污染物的处理方法。希望有关部门针对婴幼儿这个特殊群体,制定出相应的饮用水中化学污染物的标准限值,从本质上确保婴幼儿的饮水安全。

### [参考文献]

- [1] 王瑜,黄程佳.我国幼儿食育必要性及其促进策略[J].陕西学前师范学院学报,2016,(4):15-19.
- [2] 蒯艳娥,高健.日本幼儿健康行为研究——以电影《再见了,我们的幼儿园》为例[J].陕西学前师范学院学报,2016,(1):87-91.
- [3] Labie D. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals [J]. Médecine Sciences M/s, 2007, 23 (10): 868.
- [4] Khan K, Wasserman G A, Liu X, et al. Manganese

- Exposure from Drinking Water and Children's Academic Achievement [J]. *Neurotoxicology*, 2012, 33(1): 91-7.
- [5] Menezes Filho J A, Bouchard M, Sarcinelli P D N, et al. Manganese exposure and the neuropsychological effect on children and adolescents; a review [J]. *Rev Panam Salud Publica*. 2009, 26(6): 541-548.
- [6] Yang C, Chen A, Radcliffe J, et al. Postnatal Cadmium Exposure, Neurodevelopment, and Blood Pressure in Children at 2, 5, and 7 Years of Age [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2009, 117(10): 1580.
- [7] 马军, 斯顿, 叶广俊. 环境镉对儿童学习记忆的影响 [J]. *中国学校卫生*, 2002, 21(6): 440-441.
- [8] 李军, 高希宝, 曹晶. 儿童智力发育与体内铅、镉水平关系的探讨 [J]. *中国心理卫生杂志*, 2003, 17(2): 130-132.
- [9] 刘茂生, 宋继军. 有害元素铅与人体健康 [J]. *微量元素与健康研究*, 2004, 21(4): 62.
- [10] 康如彤, 钟燕, 刘康香. 学龄儿童血铅与身高、体重发育等级的关系 [J]. *实用预防医学*, 2005, 23(3): 610-611.
- [11] 孙冬韦, 刘丽, 郝滨. 孕妇与儿童铅中毒研究进展 [J]. *中国妇幼保健*, 2001, 16(10): 385.
- [12] Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox C. 2000. Cognitive deficits associated with blood lead concentrations < 10 microg/dL in US children and adolescents. *Public Health Rep* 115: 521-529.
- [13] Canfield R L, Jr H C, Cory-Slechta D A, et al. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 microg per deciliter. [J]. *New England Journal of Medicine*, 2003, 348(16): 1517.
- [14] 黄文湧, 杨敬源, 宋沈超等. 4-11岁儿童铅暴露与多动行为的关系 [J]. *中国妇幼保健*, 2008, 33(3): 331-333.
- [15] Marlowe M, Errera J, Jacobs J. Increased lead and cadmium burdens among mentally retarded children and children with borderline intelligence. [J]. *American Journal of Mental Deficiency*, 1983, 87(5): 477.
- [16] 王荔, 骆常好, 刘中国, 等. 锰暴露与儿童神经行为关系 [J]. *中国公共卫生*, 2007, 23(11): 1309-1310.
- [17] Woolf A, Wright R, Amarasiriwardena C, et al. A child with chronic manganese exposure from drinking water [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2002, 110(6): 613-616.
- [18] Riojas-Rodríguez H, Solís-Vivanco R, Schilman A, et al. Intellectual Function in Mexican Children Living in a Mining Area and Environmentally Exposed to Manganese [J]. *Environmental Health Perspectives*, 2010, 118(10): 1465-70.
- [19] Solioz M, Mermod M, Abicht H K, et al. Responses of Lactic Acid Bacteria to Heavy Metal Stress [M]. *Stress Responses of Lactic Acid Bacteria*. Springer US, 2011: 163-195.
- [20] 赵大洲. 试论幼儿科学启蒙教育中趣味化学的探究教学 [J]. *陕西学前师范学院学报*, 2016, (1): 44-46.
- [21] Samatya S, Yuksel U, Arda M, et al. Investigation of selectivity and kinetic behavior of strong-base ion exchange resin Purolite A 520E for nitrate removal from aqueous solution [J]. *Separation Science and Technology*, 41(13): 2973-2988.
- [22] 金赞芳, 陈英旭, 小仓纪雄. 以棉花为碳源去除地下水硝酸盐的研究 [J]. *农业环境科学学报*, 2004, 23(3): 512-515.
- [23] King W D, Marrett L D, Woolcott C G. Case-control study of colon and rectal cancers and chlorination by-products in treated water [J]. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention*, 2000, 9(8): 813-818.
- [24] Tokmak B, Capar G, Dilek F B, et al. Trihalomethanes and associated potential cancer risks in the water supply in Ankara, Turkey [J]. *Environmental Research*, 2004, 96(3): 345-352.
- [25] Cedergren M I, Selbing A J, Lofman O, et al. Chlorination byproducts and nitrate in drinking water and risk for congenital cardiac defects [J]. *Environmental Research*, 2002, 89(2): 124.
- [26] 张剑波, 冯金敏. 离子吸附技术在废水处理中的应用和发展 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2000, 1(1): 46-51.
- [27] 范修远, 陈玉成. 重金属污染水域的植物修复 [J]. *研究报告*, 2003(4): 12-16.

[责任编辑 王亚婷]