

安全饮用水的基本要素及其科学依据

鄂学礼, 王 丽

(中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021)

[摘要] 《生活饮用水卫生标准》是判断安全饮用水的基本技术文件。本文对安全饮用水的基本要素, 生活饮用水卫生标准水质指标的选择及其限值确定依据进行了详细介绍。

[关键词] 安全; 饮用水; 要素; 依据

[中图分类号] R123.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-6131(2007)05-0336-03

随着经济的发展, 我国环境受到很大影响, 特别是饮用水水源受到各种污染物的威胁, 对人的健康存在潜在危害。保障饮水安全, 是以人为本, 构建和谐社会的基础。我国政府承诺“让人民喝上干净的水”, 已引起社会各界关注饮水水质。《生活饮用水卫生标准》是保障饮用者饮水安全的基本技术文件^[1], 是安全饮水的评判标准。《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)已于2007年7月1日起实施。

1 安全饮用水

生命离不开水, 人类生存的每一天都要喝水与用水。饮用水是指人日常生活中喝的水与用的水^[2]。生活饮用水关系到人群健康, 因此, 提供安全饮用水十分重要。安全饮用水是指终生饮水与用水不会对健康产生不良影响的生活饮用水。

1.1 安全饮水

安全饮水是指一生饮水安全, 因此应包括那些易受到疾病危害的免疫力低下者, 如婴幼儿、体质衰弱者以及老年人终身饮用安全。婴幼儿由于消化系统发育不完善, 消化能力较差, 饮食主要以奶粉和饮水为主。婴幼儿由于免疫系统发育尚未成熟, 抵抗力较差, 因此, 饮水水质对保障婴幼儿的正常生长发育很重要。体质衰弱者如艾滋病患者, 自身免疫系统低下, 免疫力弱, 不应再因饮水水质不良而导致病情加重。老年人也属于免疫力低下者, 容易感冒、发烧、疲劳, 易得各种慢性疾病。如果饮水水质不良, 就会加重这类人群的感染机会, 导致疾病发生。生活饮用水尤其要保证这些免疫力低下人群终身饮水安全才能称之为安全饮水。

1.2 安全用水

用水是指日常个人卫生用水, 包括洗澡用水、漱口用水等。在用水过程中, 水中有害物质可能在洗澡、漱口时通过皮肤接触、呼吸吸收等方式进入人体, 从而影响人体健康。安全用水就是要保证用水过程中不产生对健康不利的因素。

2 安全饮用水的基本要素

2.1 流行病学安全

流行病学安全主要是防止介水传染病的发生和传播, 确保水质微生物学质量的安全性。介水传染病一旦发生, 危害较大。因为饮用同一水源的人较多, 短期内出现大量病人, 多数患者发病日期集中在同一潜伏期内, 严重者可呈暴发流行。

一般说来, 介水传染病以肠道传染病为主, 主要症状是腹泻, 污染来源主要是被人或动物粪便污染的水, 粪便是致病性细菌、病毒、原生动物和蠕虫的主要来源。

目前, 饮用水的微生物污染仍然是饮用水安全的最大威胁。因此要严格控制饮用水中的微生物污染, 绝不能掉以轻心。为此, 世界各国均采用行之有效的饮水消毒措施来控制饮用水中的微生物污染, 保障饮水流行病学安全。

2.2 不引发急慢性中毒及潜在的远期危害

安全饮用水要确保人群终身饮用不会引发急、慢性中毒和潜在的远期危害。近年来, 水中化学污染日益突出。这些化学物质在水中残留时间长, 多数不易被降解, 可直接对人体产生毒害作用: 高浓度短时间作用于人体可产生急性毒性作用; 低浓度长时间作用于人体可产生慢性毒性作用; 水中三致毒物的长期存在将对人体产生远期致癌、致畸、致突变

[收稿日期] 2007-08-16

作用,危害更大。其中世界历史上由于水受工业有毒有害化学物质污染引起的公害病,如甲基汞引起的水俣病和由镉引起的痛痛病等,更是教训深刻。

经验表明,饮水急性中毒事件经常为突发事件或意外污染,一般情况下饮水中的化学成分不会因一次接触就引起卫生问题。因此,饮用水化学物质对健康的危害主要是人群长期暴露于这些化学物质所带来的健康影响,即慢性中毒和潜在的远期危害(致癌、致畸、致突变)。

为了控制这些健康危害的发生,需要对饮用水中的化学物质含量进行限定,尤其是那些对人群健康影响较大的致癌物和蓄积性毒物,确保饮用安全。

2.3 感官性状良好

水质感官性状,即水的外观、色、臭和味,是人们判断水质及其可接受程度的首要和直接指标。饮用者几乎完全依赖于自己的感官来判断水质及其安全性。如果水的混浊度很高,有异色或令人厌恶的臭和味,就会使饮用者感到不安全而拒绝饮用。当然,感官性状良好的水并不意味着一定安全,而感官性状不佳的水则暗示了水可能受到污染,应及时处理,去除水中可能存在的有害成分,使其尽可能达到最佳水平。

水的感官性状不好,会引起用户的反感与投诉。为此,饮水标准中选择了一些能反映感官性状的指标,对其限值进行了限定,从而判断水的感官性状情况。

3 生活饮用水卫生标准

生活饮用水卫生标准是判断安全饮用水的基础技术文件,因此,安全饮用水必须符合生活饮用水标准的要求。《生活饮用水卫生标准》(GB5749 - 2006)(简称新标准)在我国已经开始实施。其各项指标的选择、指标限值的确定均具有严谨的科学依据。

3.1 水质指标选择

目前天然水体中能够检验出 2 221 种物质,自来水中可检验出 741 种^[3]。显然,不可能对饮用水中鉴别出的每种化合物都制定标准限值。因此在制定饮水水质标准时,本着与世界先进饮水水质标准接轨的原则,根据国情,从实际出发选择对水质能造成明显不良影响的主要指标,以确保饮水水质安全。

选择那些经水质调查或监测资料表明在我国水体中含有一定浓度,并且能够检出,以及潜在危害较大的化学物质作为水质指标。如农药,选择在我国使用,且使用范围广,生产量大或进口量大、毒性大、

在环境中不易分解的农药。同时所选择的指标还需具有足够的毒理学和流行病学资料,这些资料最好是国内研究机构的正式研究成果,也可以参考国际组织或国家正式出版物提供的相关资料。

选择的水质指标,应具有适宜水处理技术,并且水处理所需的费用不能过高。否则将会失去其可操作性而无法实施。选择的水质指标还应具有准确的水质检验方法,否则将无法检验该指标是否存在、含量多少,形同虚设。

根据上述条件,新标准选择了 106 项指标,包括:微生物指标 6 项,毒理学指标 79 项,放射性指标 2 项,感官性状和一般化学指标 19 项。其中可能对人体健康产生危害或潜在威胁的水质指标占指标总数的 82 %。

3.2 指标限值确定依据

制定标准中水质指标的限值主要依据人群流行病学资料和实验室动物试验研究资料。人群流行病学资料能够直接反应化学物与人体健康的关系,是制定化学物限值时的首选资料。例如我国在氟化物指标的限值制定上主要依据人群流行病学资料。然而,许多化学物缺少人群流行病学资料,因为缺少人群暴露于某一物质特定浓度或者同时暴露于其他物质的定量资料。这时,就需要借助于实验室动物试验研究资料来推导限值。实验室动物试验可以人为控制,易于操作和实施,因此是制定化学物限值最常用的一种方法。局限性在于使用的动物数量比较少、使用的实验剂量相对较高,将实验结果外推至人时存在不确定性。

水质毒理学指标通常是以动物实验获取的资料推导确定^[4]。首先应进行动物实验,获得“未观察到有害作用的最高剂量或浓度(NOAEI)”或者“观察到有害作用的最低剂量和浓度(LOAEI)”。然后确定不确定性系数,由于数据来自于动物实验,再推导到人群存在许多不确定因素,例如:试验动物种间差异、种内差异,试验环境差异等,因此应根据不同试验因素选择不同的不确定性系数,即安全系数。不确定性系数可以从 100 到 10 000。在此基础上计算每日耐受摄入量(TDI)。

$$TDI(mg/kg \cdot d) = \frac{NOAEI \text{ 或 } LOAEI}{\text{不确定性系数}}$$

TDI 表示目标指标每日耐受摄入量,其涉入可能来源于食品、空气与饮水等,因此应根据实际情况计算其中饮水占 TDI 的份额。并依据饮水摄入量(按成年人每日饮水 2 升计)、人体体重(按 60kg

计) 计算指标限值:

$$\text{限值 (mg/L)} = \frac{\text{TDI} \times \text{体重} \times \text{饮水份额}}{\text{每日饮用水摄入量}}$$

致癌物中无遗传毒性致癌物被认为具有阈作用剂量, 因此可使用 TDI 确定指标限值。对那些被认为是遗传毒性致癌物的指标是通过作用于遗传物质 DNA 而起作用的, 没有阈作用剂量, 无论任何剂量均可启动致癌过程, 因此使用 TDI 来计算该类化学物质在饮用水中的限值是不恰当的。目前, 遗传毒性致癌物主要采用数学模型来推导。虽然已有数个数学模式可供使用, 但是通常使用线形多阶段模式来确定致癌物在饮用水中的限值。一般而言, 所接受的终生超额致癌危险度为 10^{-5} 。这就意味着, 在

饮用某化学物质含量为限值水平的饮用水达 70 年之久的人群中, 其超额致癌危险度为每 10 万人中增加 1 例癌症。根据具体情况的不同, 终生超额致癌危险度采用 10^{-4} 至 10^{-6} 。

[参 考 文 献]

- [1] 生活饮用水卫生标准 (GB5749 - 2006) [Z]. 2006.
- [2] 金银龙, 鄂学礼, 张 岚. (GB5749 - 2006)《生活饮用水卫生标准》释义[M]. 中国标准出版社, 2006.
- [3] 鄂学礼, 凌 波. 饮用水深度净化与水质处理器[M]. 化学工业出版社, 2004.
- [4] World Health Organization. Guidelines for Drinking - water Quality, third edition. Vol. 1, 2004, Geneva.

贯彻生活饮用水卫生标准, 确保农村饮用水卫生安全

陈昌杰, 张 岚

(中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021)

[中图分类号] R123.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1007 - 6131 (2007) 05 - 0338 - 03

《生活饮用水卫生标准》(GB5749 - 2006), (以下简称新标准) 已于 2007 年 7 月 1 日开始施行, 新标准充分体现了“以人为本”的思想, 它的实施必将促进我国饮水事业的发展, 尤其是促进 8 亿农民生活饮水的改善。同时, 我们也应该看到, 由于我国农村经济水平和技术条件相对比较落后, 在农村地区要全面落实新标准尚需付出巨大努力。本文拟就此作出一些探讨, 希望能抛砖引玉。

1 制订新标准的基本原则

获得安全的饮用水是确保人体健康的重要条件之一。《生活饮用水卫生标准》(GB5749 - 2006) 的主要目标是保障城乡居民饮水的安全性。所谓安全是指若终身饮用符合标准的饮水, 不会对饮用者的身体健康造成明显危害。

新标准在提出安全程度时充分考虑了我国国情, 在确保饮水安全的前提下, 特别关注了标准的可行性。安全性要求过高必将付出高昂的代价, 超

越国情提出过于严格的安全性要求不但不利于标准的贯彻实施, 甚至可能会使标准形同虚设。新标准在修订过程中充分兼顾了各方面情况, 力争使提出的饮水安全性要求既能保证人体健康, 又符合我国国情, 经过努力可以达到。

我国各地农村经济条件相差悬殊, 存在的问题也各不相同, 新标准作为国家标准需要覆盖全国范围、考虑各种情况, 因此指标较多; 新标准还明确规定该标准适用于城乡各种供水方式、各种供水规模, 即只要是居民日常饮用水均应符合新标准要求; 另外, 新标准的强制实施性还充分体现了以人为本的基本方针, 体现了保障城乡居民的饮水安全和身体健康的决心。

2 我国农村饮用水现存的主要卫生问题

我国农村饮用水水质情况相差悬殊, 除大城市郊区和经济技术高度发达的农村地区之外, 我国大多数农村饮用水供水情况主要存在以下几个卫生问题:

[收稿日期] 2007-08-24