

饮水与健康

〔美〕安全饮水委员会 编
徐幼云 顾泽南 等 译

人民卫生出版社

饮 水 与 健 康

〔美〕安全饮水委员会 编

徐幼云 顾泽南 王惟一
喻保能 朱 珉 孙振堂 译
陈宝书 沈 纪 卢鸿年

徐幼云 顾泽南 校

人 民 卫 生 出 版 社

内 容 提 要

本书译自1977年美国安全饮水委员会编的《饮水与健康》。主要介绍水源水和饮用水中存在的各种无机物、有机物、农药、放射性物质、微生物等对人体健康的影响。书中介绍了各种污染物在美国的许多水源和城市自来水中的存在情况以及它们的慢性、急性、致癌、致畸、致突变等毒性研究结果，并对今后的研究工作提出了许多建议。

本书内容丰富，材料新颖，涉及面广，可供卫生、环境保护、水文、地质、给水排水和城市自来水管理等方面的专业人员参考。

DRINKING WATER AND HEALTH
SAFE DRINKING WATER COMMITTEE
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
1977

饮水与健康

〔美〕安全饮水委员会 编

徐幼云 顾泽南 等译

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

成都人北印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 34 $\frac{3}{4}$ 印张 4插图 8.3千字
1983年12月第1版 1983年12月第1版第1次印刷
印数：00,001—10,100

统一书号：14048·4336 定价：5.35元

〔科技新书目 44—84〕

译者的话

本书是根据1977年美国出版的《Drinking Water and Health》一书译出的。原书系美国安全饮水委员会邀请几十位专家编写、并经美国国家研究委员会批准的一本报告，由该委员会1978年度主席 Dr. Robert Kunin 赠送给我国。书中收集的文献很大一部分都是七十年代发表的研究报告，其中既包括流行病学调查资料，也包括实验动物毒性试验结果，同时还对今后需要开展的研究工作提出了一些建议。

本书内容非常丰富，涉及水源水和饮用水中可能存在的很多种污染物质，并且详细地叙述了它们对人和一些实验动物的毒性。书中共介绍了22种无机物和129种有机物（包括55种农药），此外还叙述了水中常见的细菌、病毒、致病原生物、放射性物质等对人体健康的影响。关于最近人们比较关注的水中加氟、加氯以及硬度与心血管疾病的关系等问题，也根据大量的研究报告进行了评述。

原书正文共770页，并附有133页参考文献，除第Ⅳ、Ⅶ两章中一小部分内容有所删节外，已全部按原文译出。由于此书涉及的知识较广，而译者水平有限，错误或不妥之处欢迎批评指正。

本书翻译过程中，曾得到闵奇若、贺鹤鸣、赵钟美、岳舜琳、余慧贞等同志的帮助和指正，借此致以谢意。

徐幼云 顾泽南

1982年3月

Et 100/33

目 录

译者的话	
历史记载	(1)
第 I 章 研究途径	(6)
第 II 章 化学污染物: 安全和危险性评价	(11)
一、对人体健康的影响	(12)
(一) 化学物质所致损害的可逆性	(13)
(二) 关于中毒效应的观点和概念	(14)
(三) 不可逆(自行扩散)中毒效应	(15)
(四) 无可逆性中毒效应	(15)
(五) 可逆性中毒效应	(15)
二、不可逆毒性	(16)
(一) 从动物毒性试验推论到人类的原则的总结	(16)
(二) 外推法的一般问题	(17)
(三) 外推法中的一些具体问题	(18)
(四) 在实验室里用动物作实验的设计	(20)
(五) 目前外推法的适用范围	(21)
三、阈浓度	(22)
(一) 生物学上的考虑	(22)
(二) 统计学上的考虑	(23)
四、从高剂量到低剂量的外推法	(28)
(一) 剂量-反应模式	(28)
(二) 低剂量外推法资料的适用性	(29)
五、交互作用	(29)
六、摘要	(31)
七、对今后研究工作的建议	(34)
第 III 章 饮水的微生物学	(39)
一、流行病学	(39)
二、细菌	(41)
(一) 引起传染的病菌细胞量	(41)
(二) 用直接定量法估计细菌病原体的致病潜力	(43)
(三) 指示微生物	(43)
(四) 大肠埃希氏菌和大肠菌属	(44)
(五) 用大肠菌类作指示微生物的若干缺点	(46)
(六) 其它指示微生物	(46)
(七) 大肠菌类快速计数法	(46)
(八) 大肠菌类试验的取样	(47)
(九) 大肠菌类标准	(48)

(十) 统计界限	(49)
(十一) 大肠菌类试验的卫生意义	(49)
(十二) 大肠菌类标准的结论	(52)
(十三) 标准平皿计数法	(52)
(十四) 关于标准平皿计数法的结论	(54)
(十五) 对今后研究细菌污染问题的建议	(54)
三、病毒	(54)
(一) 肠道病毒的历史	(55)
(二) 流行病学	(56)
(三) 病毒的回收和鉴定	(58)
(四) 饮水中病毒对健康的影响	(62)
(五) 水处理中病毒的去除	(64)
(六) 水处理的效果	(67)
(七) 饮水中的细菌指示体和病毒	(68)
(八) 结论	(68)
(九) 对今后研究方向的建议	(68)
四、致病的原生动物和蠕虫	(68)
(一) 原生动物	(69)
(二) 蠕虫	(70)
(三) 水处理措施和寄生虫的去除	(71)
(四) 结论	(71)
五、摘要——饮水的微生物学	(72)
第 IV 章 悬浮状态的固体微粒	(88)
一、粘土微粒及其相互影响	(88)
(一) 无机污染物	(89)
(二) 有机污染物	(90)
(三) 小结	(92)
二、石棉	(92)
三、石棉矿的生物影响	(94)
(一) 流行病学的发现	(94)
(二) 实验研究	(96)
四、水中的有机微粒	(99)
(一) 与土壤颗粒结合的有机物	(99)
(二) 城市污水及工业废水	(103)
(三) 有机碎屑	(104)
(四) 有机胶体	(104)
(五) 小结	(105)
五、水中的微生物和悬浮微粒	(105)
(一) 细菌微粒的相互作用	(106)
(二) 水中微粒和病毒的相互作用	(106)
(三) 聚集和存活	(107)
(四) 小结	(107)

六、微粒的去除和浑浊度	(107)
(一) 矿物纤维	(107)
(二) 粘土	(108)
(三) 有机物	(108)
(四) 微生物微粒	(108)
(五) 卤代甲烷和其他氯化有机物	(108)
(六) 微生物微粒的包壳	(108)
(七) 混凝剂微粒	(109)
(八) 粉状活性炭	(109)
(九) 有机混凝剂	(109)
(十) 浑浊度	(109)
(十一) 小结	(109)
七、摘要——悬浮状态的固体微粒	(110)
(一) 对健康的直接影响	(110)
(二) 对健康的间接影响	(110)
(三) 作为一种指标的浑浊度	(111)
(四) 结论和建议	(111)
(五) 对未来研究工作的建议	(111)
第 V 章 无机溶解物	(125)
一、微量金属	(125)
(一) 从配水系统或家庭水龙头采集的水样中的微量金属	(125)
(二) 制成水中的微量金属	(127)
(三) 存在于给水水源中的微量金属	(129)
(四) 地理及地方因素	(131)
(五) 水处理过程中金属的去除	(133)
(六) 饮水中微量金属的分析	(137)
(七) 钡	(138)
(八) 铍	(140)
(九) 镉	(142)
(十) 铬	(145)
(十一) 钴	(148)
(十二) 铜	(150)
(十三) 铅	(152)
(十四) 镁	(156)
(十五) 锰	(158)
(十六) 汞	(161)
(十七) 钼	(166)
(十八) 镍	(169)
(十九) 银	(172)
(二十) 锡	(174)
(二十一) 钽	(176)
(二十二) 锌	(177)

(二十三) 摘要—微量金属	(179)
二、其他无机成分	(187)
(一) 砷	(187)
(二) 硒	(203)
(三) 氟化物	(218)
(四) 钠	(232)
(五) 硝酸盐	(236)
(六) 硫酸盐	(244)
(七) 摘要——其它无机成分	(247)
三、水的硬度与健康	(253)
(一) 概述	(253)
(二) 关于危险因素的理論	(254)
(三) 摘要	(256)
第Ⅵ章 有机溶解物	(301)
一、农药：除草剂	(303)
(一) 氯代苯氧型除草剂	(303)
(二) 苯甲酸类除草剂	(318)
(三) 酰胺类除草剂	(322)
(四) 敌菌灵类除草剂 (阿特拉津, 西码津, 扑灭津和草净津)	(325)
(五) 尿嘧啶类除草剂除草定	(328)
(六) 联吡啶类除草剂对草快	(330)
(七) 二硝基苯胺类除草剂 (氟乐灵, 磺乐灵和氟草胺)	(332)
(八) 醛类除草剂丙烯醛	(336)
二、农药：杀虫剂	(338)
(一) 氯代烃类杀虫剂	(338)
(二) 有机磷酸酯	(366)
(三) 氨基甲酸酯	(381)
三、杀虫剂：杀真菌剂	(389)
(一) 二硫代氨基甲酸酯 (福美铁、代森锰、代森锌、代森钠、福美双、 福美锌和乙撑硫脲)	(389)
(二) 酞酰亚胺 (克菌丹和灭菌丹)	(394)
(三) 其他杀真菌剂	(397)
四、杀虫剂：熏蒸剂	(407)
对-二氯苯	(407)
五、其他有机化合物	(409)
(一) 乙醛	(409)
(二) 苯	(410)
(三) 苯并 (a) 芘	(412)
(四) 溴苯	(414)
(五) 溴仿	(414)
(六) 特丁醇	(415)
(七) e-己内酰胺	(416)

(八) 二硫化碳	(417)
(九) 四氯化碳	(419)
(十) 氯醛	(421)
(十一) 氯苯	(422)
(十二) 双(2-氯乙基)醚	(423)
(十三) 氯仿	(424)
(十四) 氯化氰	(427)
(十五) 二-正-丁苯甲酸酯	(427)
(十六) 1, 2-二氯乙烷	(429)
(十七) 2, 4-二氯酚	(430)
(十八) 二(2-乙己)苯甲酸酯	(431)
(十九) 2, 4-二甲酚	(432)
(二十) 二苯胂	(433)
(二十一) 六氯乙烷	(434)
(二十二) 六氯苯	(435)
(二十三) 0-甲氧酚	(437)
(二十四) 甲基氯	(439)
(二十五) 二氯甲烷	(440)
(二十六) 甲基丙烯酸甲酯	(441)
(二十七) 烟碱	(442)
(二十八) 五氯酚	(443)
(二十九) 苯乙酸	(445)
(三十) 邻苯二甲酸酐	(446)
(三十一) 多氯联苯	(447)
(三十二) 丙苯	(449)
(三十三) 苯乙烯	(450)
(三十四) 1, 1, 2-四氯乙烷	(452)
(三十五) 四氯乙烯	(453)
(三十六) 甲苯	(454)
(三十七) 三氯苯	(455)
(三十八) 1, 1, 2-三氯乙烷	(456)
(三十九) 三氯乙烯	(457)
(四十) 三氯氟甲烷	(459)
(四十一) 氯乙烯	(460)
(四十二) 二甲苯	(462)
(四十三) 摘要——有机溶剂	(463)

第Ⅶ章 饮水中的放射性	(527)
一、辐射本底	(527)
二、水中放射核素的丰度	(527)
(一) 天然放射性核素	(528)
(二) 人工放射性核素	(529)
三、辐射剂量计算	(531)

四、碱土元素同位素	(532)
五、指定组分的水中剂量.....	(534)
六、危险性的估计	(536)
(一) 发育和致畸作用	(536)
(二) 遗传影响	(537)
(三) 估计人体遗传危险性的基础	(539)
七、来自饮水的放射性危险性	(541)
(一) 发育和致畸危险性	(541)
(二) 遗传的危险性	(541)
(三) 人体的危险性	(542)
八、摘要——饮水中的放射性.....	(542)
九、结论.....	(544)
十、今后需要进行的工作.....	(544)

历史记载

据Baker (1949年) 记述, 早在史前时期就开始寻求纯水。梵文医术和埃及碑文中就有关于水处理知识的记载。在埃及发掘的有关澄清液体(水和酒)装置的描述, 可以追溯到公元前一千五百年。将水烧开, 利用灯芯虹吸管, 通过多孔容器过滤, 乃至用砂和砾石过滤等方法来净化水, 已有近千年的历史。Hippocrates (公元前460~354年) 在关于公共卫生的著述中, 首先注意到的就是水在保持健康方面的重要性, 而且他还指出, 雨水应当煮沸并过滤。他推荐用布袋滤水, 后来被称为“希波克拉底袋”。

公共给水在古代就有所发展, 随着都市化的进展, 其重要性更加明显。显然, 由于人们都使用同一质量的配水, 若饮水不安全, 则人群就要遭受其有害影响。

John Snow于1854年 (Snow, 1855年) 在伦敦市区所进行的详细的霍乱流行病的研究, 首次证实公共给水能够成为人类的传染源。Snow 关于 Broad大街抽水机污染的研究是最有名的。后来他又证实, 由于索思沃克-沃克斯霍尔公司和蓝贝思公司的供水而引起霍乱蔓延。前一供水公司在巴特西取泰晤士河河水, 伦敦中部一段河水几乎全部被污水所污染; 而蓝贝思公司却从泰晤士河上游取水, 位于主要污染源之上。在这两个公司专门服务的范围内约有30万居民, 供水管道均铺设在马路下面, 家庭用水供水管均与其中一个公司的供水管道相连通。Snow 关于霍乱死亡率的统计学检验结果有显著性差异。由蓝贝思公司供水的家庭, 霍乱的发病率较低 (低于按伦敦全市人口计算的霍乱平均发病率); 而由索思沃克-沃克斯霍尔公司供水的家庭, 霍乱发病率却相当高。两个公司供水范围内, 居民的社会经济条件、气候、土壤及其它因素均相同。Snow 断定, 供水是传播霍乱的根源。Snow的研究, 在流行病领域内的贡献非常显著, 因为在他工作期间, 疾病的细菌学说尚未建立起来。

十七世纪到十九世纪初, 供水方面有许多改进, 普遍地注意到过滤对于除去水的浑浊度的作用。在此期间, 由于Louis Pasteur、Robert Koch等的研究结果, 疾病的细菌学说已牢固建立, 1884年 Koch 已分离出引起霍乱的病原体——霍乱弧菌。

水过滤的重要性

1892年, Koch 对德国汉堡和阿尔托纳市进行的霍乱研究, 提出了过滤在防止疾病方面的重要性的一些证据。汉堡和阿尔托纳均用易北河水作为水源, 但阿尔托纳采用了过滤的方法, 因该市自汉堡下游的易北河段取水, 所以遭到严重污染。汉堡和阿尔托纳是两个毗邻城市, 介于两市边缘的某些地方有弯曲河段。Koch 将1892年两市流行病中霍乱的发病率进行了比较, 并特别注意邻近地区, 假定这些地区的气候、土壤和其它因素都相同, 所不同的就是水的变化。研究结果表明: 尽管阿尔托纳市的水源很差, 而霍乱的发病率却比汉堡低得多, 由此可以断定, 霍乱是因为粪便中存在着大量的肠道细菌引起的, 可见过滤对于去除水中污染细菌的重要作用。

在美国, 十九世纪中期以后, 霍乱已不成为一个问题, 而特别关心的水致疾病是伤寒。在英国, William Budd 在十九世纪中期就指出, 伤寒是一种接触性传染病, 其病原体已由 Eberth 于1880年和 Gaffky 于1884年分离和鉴定 (Wilson 和 Miles, 1957

年)。这种病原体现在叫伤寒沙门氏菌,有多种传播方式,但最重要的方式之一就是通过饮水传播。

在19世纪80年代末和90年代初美国进行了水的过滤试验。著名的马萨诸塞州卫生实验站于1887年在劳伦斯市建立,这个站的水和污水处理由包括工程师、化学家和生物学家组成的各学科团体进行认真考虑,并由麻省理工学院 W.T.Sedgwick 教授领导工作。麻省理工学院(MIT)的给水研究直至二十世纪的前二十五年仍有相当大的影响。这项工作的许多历史,在 Wipple (1921年)和Hazen(1907年、1914年)的著作中已有评述;而 Johnson(1913年)则对技术概况进行过讨论和明确的说明。水过滤方面的一个重要工艺改进,是对浑浊的水源水使用化学混凝过滤法,1884年由 J.W.Hyaff和I.S.Hyaff 兄弟取得专利权。

在进行试验的同时,还在劳伦斯市进行了全城的伤寒流行病学调查,发现使用梅里马克河水作为供水的地区特别严重。劳伦斯市建成砂滤池并投入使用以后,该市的伤寒发病率即大幅度下降。正如 Hazen (1907年)报告,由于推广使用砂滤池,前后五年比较,该市的伤寒死亡率下降了79%,并且全市总的死亡率(各种原因死亡)下降了10%,从千分之22.4下降至千分之19.9。

其它一些重要的过滤试验是1895年~1897年在肯塔基州路易斯维尔市进行的,水源是浑浊且被污染的俄亥俄河水。这些试验相当成功,从工程学观点来看是非常重要的,因为它表明,一些水质很差的水源水是可以进行处理的(梅里马克河在劳伦斯城被污染,但过滤后起码河水可以变得清亮)。路易斯维尔市的试验和其它一些研究的成功,很快就确定了把过滤作为水质净化的一种手段。1907年 Hazen 列举了美国的33个规模较大的城市采用机械滤池,13个城市采用慢砂滤池。如 Hazen 所述,过滤可除去水的浑浊和颜色,并能除去大约99%的细菌。在当时已将这些条件作为一种标准,用来评价处理过的水的质量。正如Hazen所述:“这样的标准尚未最后定论,其所以被采用,是因为它们代表一种满意的净化效果,而且费用不高,容易办到……。尚无留在水中的那些微生物(污水污染的特征)存在什么危害的证据。即使存在一定的危害影响,对于处理时所用的检验方法来说,这种影响也是太小了。”在水质净化措施中,极其重要的进展,莫过于最后的那篇关于加氯消毒的报告。

在此期间, Fuertes (1897年)发表了水质与伤寒发病率之间的关系的优秀综述,他收集了大量的北美和欧洲城市伤寒统计资料,并根据水源和水处理的类型归纳了这些资料。

加氯消毒——水处理中最重大的进展

虽然阅读 Hazen 1907年的著作可得出一种结论:过滤可取得优良的水质,但水处理中最重要工艺改革还在于后来。自从1908年推广使用加氯消毒以后,就提供了一种廉价的水处理方法,足以保证饮水的细菌学质量。加氯消毒作为保证饮水安全的一个重要因素,一直沿用到今天。

工业生产的次氯酸钙可当作漂白粉,供给造纸厂和纺织工业使用。它是一种价廉的化学药品,因此,特别适用于大量需要饮水的情况。首次使用次氯酸钙于给水的,是美国芝加哥市斯托克-亚德过滤水厂,系 Johnson 于1908年所引用(Johnson, 1913年)。

1908年下半年,新泽西州泽西城的给水采用了加氯消毒法。泽西城用水由一家私营

公司供应,用一个大型蓄水池蓄集罗卡韦河水,水未过滤就供应城市,只是在蓄水池中产生一些沉淀作用。1908年以前的几年,曾引起城市供水并不总是洁净并合乎卫生要求的责怪,这些是对私营公司所订契约的条款中所要求的。在当年的某个时候,由于蓄水池上游的村庄往河中排放污水而使蓄水池中的水受到了污染。是承担过滤厂的费用,还是力图控制各污染源的污水不使其流入,公司选用了加氯消毒方法,其结果引是人注目的。细菌总数显著下降,成本比其它方法还低。这种加氯消毒方法使用了几个月后,在法庭面前持有了更多的证据来确定公司是否履行了它的契约。法庭审查人陈述:“因此我裁决并报告,这种方法(加氯消毒)能给泽西城提供洁净和适合健康的饮水。可以相信,这种方法对于去除有时可能存在于水中的有害病菌是有效的。”

加氯消毒对解决供水方面的一些难题所起的作用,确实相当显著,比较 Hazen 著作的第一和第二版本(1907年及1914年)就可以说明。在第一版中,他几乎没有提到消毒的作用(仅仅提到臭氧,但成本太高);但在第二版中, Hazen 对加氯消毒的好处持积极肯定的态度,他说:“加氯消毒成本很低,不管哪个自来水厂,只要有此要求或具备有利条件,均可采用……。这种简单而价廉的处理方法所提供的优越性很易实现。泽西城的经验公开以后,这种方法空前迅速地被推广使用。至目前(1914年)美国大部分城市给水都采用这种方法或类似的方法进行处理。”

从目前报告的观点来看,加氯消毒的采用,还使制订水质标准的原则发生了明显的改变。Hazen(1914年)认为:“消毒方法的采用,使水质标准发生了根本的变化。已知消毒能除去水中细菌的绝大多数,因此很容易且有可能将给水中的细菌控制在原水的千分之一以内,而从前只能保持在百分之一以内……。甚至今天,也还没有超出这个限度。可以预料,要求更高的细菌学效率的时代即将到来。目前条件下似乎不必要,但可以预料,将来条件提高时就可能需要了。当需要进一步净化时,这是能够实现的。”

(Hazen, 1914年)

Hazen 著作的价值在于它可作为各种自来水厂设计的指南,特别是在介绍处理方法方面很有影响。推广加氯消毒的同时,水细菌学的检验方法也有所发展,这就为处理效果提供了一个客观的评价方法。它不是直接根据伤寒发病率,而是用细菌或大肠菌数进行间接评价。

采用加氯消毒法以后不久,即获得了更加可靠的流行病学依据,即供应加氯消毒水的城市,伤寒发病率有所降低(G.C. Whipple, 1921年)。1906年采用过滤法,1908年采用加氯消毒法,均使伤寒发病率显著下降。另外一些明显的例子是1917~1918年在西弗吉尼亚州的威廉城观察获得的。在此期间,威廉城的伤寒发病率是十万分之155~200,1918年下半年采用加氯消毒,至1919年前三个月仅有7个病例记录;1919年4月份停止加氯3周,结果病例数增加到21,即增加了300%。因此继续采用加氯消毒,结果在本年的后六个月,仅有11个病例记录。还可举出一些其它类似事例(Gainey及Lord, 1952年)。

小 结

我们看到第一次世界大战初期水净化技术的基本面貌,它们的价值是肯定的。在工程水平方面,那时已有许多精心的改进,但在基本概念上并没有多少突破。显然,净化方法的发展和应用,是立足于保护公众健康,与控制伤寒的流行有着特别的关系。也有

些感官上的考虑,比较明显的就是水的臭和味。

值得强调的是:水处理方法的见效已对饮水标准产生影响,这点在 Hazen 的著作中早有暗示,而1925年联邦政府标准的序言阐述得最为清楚,这个标准已经取代了1914年的暂行标准。下面是1925年饮水标准中的一段记述:“前提是制订的标准要为饮水的安全性提供保证。从实际情况出发所要求的饮水安全性是相对的和有数量的,而不是绝对的。如此说来,所谓供水安全,只是表明供水没有多大问题,而不表明总是饮用它就绝对没有危险性。所谓危险性,一般是指能通过手头的证据予以断定,但这种危险性很小,以至不能用一般的观察方法检查出来。然而,要证实供水绝对安全几乎是不可能的。可以认为,我们的许多大城市的供水,就其感官性状来说还是安全的,因为大多数居民一直都在饮用。近年来,伤寒和其它一些介水传染病的发病率很低。供水会不会引起传染病蔓延?这个问题还不能用充足的证据来回答,但是改善供水,在降低疾病的发病率方面能起很大作用,这种见解似乎是很有道理的。与日常生活比较,通过供水而引起传染病蔓延的危险还是非常小的。”

现在我们有必要讨论一些1925年标准委员会所未考虑的其它问题。伤寒和霍乱是通过水的途径传播的很有影响的疾病。伤寒的统计资料已经说明,水处理系统的效果十分明显,但是还应该注意,其它不太容易诊断的疾病也可能同时受到控制。通常所说的米尔斯-赖因克(Mills-Reincke)理论认为,在水传播伤寒的死亡病例中,有些是死于其它疾病,只是致死因素通过水的传播而已(Shipple, 1921年)。目前美国伤寒发病率很低,但还不足以证明是由于近代水净化措施改进的效果,这点可凭统计学的分析说明。1946~1970年间,有53起介水传染病的爆发是由于伤寒,而有297起是由于其它细菌或病毒引起的爆发流行,其中包括未定病源的178起爆发胃肠炎(Craun及McCabe, 1973年)。这些爆发流行的病例,有71%是由于私营供水系统遭受污染所引起,但其中大部份疾病(83%)与公共供水系统有联系。1946~1960年公共事业公司供水系统有70起水致疾病爆发(Weibel等, 1964年),但其中只有6起伤寒。分析此时期的爆发病例资料,伤寒发病率相当低,在19,928例中仅占103例(0.5%),于是可以认为伤寒比传染性肝炎或不明病源的胃肠炎容易引起死亡,米尔斯-赖因克理论似乎有一定的参考价值。因此,对于制订微生物污染标准所采用的基本原则,无需继续进行仔细的检查。大肠菌标准对控制伤寒有一定的可靠性,但对控制其它传染病就不一定有保证。同样,假定所报告的大多数爆发流行真正是由供水系统所引起,那也只能说明是肠道传染病,而不一定就是伤寒,这是由于这些疾病常常没有固定的特征,因此有可能被误诊。最后,只能在公共卫生统计中见到那些爆发流行,而散在的偶尔发生的胃肠病一般则未予报告。现有的微生物标准的流行病学意义有待继续研究,以获得进一步明确的表达,来满足保护公共卫生的目的。

参 考 文 献

- Baker, M. N. 1949. The Quest for Pure Water. Am. Water Works Assoc., New York.
Craun, G. F., and L. J. McCabe. 1973. Review of the causes of waterborne-disease outbreaks. J. Am. Water Works Assoc. 65: 74.
Fuertes, J. H. 1897. Water and public health. John Wiley, New York.
Gainey, P. L., and T. H. Lord. 1952. Microbiology of water and sewage. Prentice-Hall, Inc., New York.

- Hazen, A. 1907. Clean water and how to get it. 1st ed. John Wiley, New York.
- Hazen, A. 1914. Clean water and how to get it. 2d ed. John Wiley, New York.
- Johnson, G. A. 1913. The purification of public water supplies. U. S. Geol. Surv. Water Supply Paper 315.
- Koch, R. 1894. Professor Koch on the Bacteriological Diagnosis of Cholera. Water-filtration and Cholera, and the Cholera in Germany during the Winter of 1892-93. Translated by G. Duncan David Douglas, publisher, Edinburgh.
- Snow, J. 1855. A reprint of two papers by John Snow, M.D., 1936. The Commonwealth Fund, New York.
- Weibel, S. R., F. R. Dixon, R. B. Weidner, and L. J. McCabe. 1964. Waterborne-disease outbreaks, 1946-60. J. Am. Water Works Assoc. 56 : 947-958.
- Whipple, G. C. 1921. Fifty years of water purification. In M. P. Ravenel, ed. A Half Century of Public Health, pp. 161-180. American Public Health Association, New York. (Reprinted 1970 by the Arno Press and the New York Times.)

第I章 研究途径

本章将概略地讨论研究工作的一般途径、原理和所采用的准则，评价饮水中各种污染物质对健康的影响，同时对研究课题选择的理由加以说明。在每节中，对于研究结果一般不作全面总结，有关结论的小结和介绍将放在每章的最后。

研究工作由全国科学院和国家科学研究委员会(NAS-NRC)承担，为满足安全饮水法令(PL 93-523)的要求，由环境保护局公布国家饮水标准及首次执行法令的规定。法令由环境保护局的行政官员与全国科学院或其它机构直接商议，研究饮水中污染物质对健康的有害影响。虽然美国高质量的饮水已为世界公认，但市民代表大会还是公布了保证这个国家公共给水质量的法律。

委员会关于美国饮水中所含的特殊成分引起的公共卫生的重要评论，篇幅均不等，决定报告长短的因素有几种，即：安全饮水法令规定的各学科研究的范围、题目和需要考虑的物质多，章节就长；那些尚未明确，有争论，没有结论或资料不全的，就以综合性题目放在另外一章。每组成分的有关研究、假设、方法学、健康影响和论著介绍，需从几个观点进行周密的考虑，然后才能作出权衡判断。有时在适当的时期内，花费很短的时间就能达到这个目标。

研究的首要目的，在于评价饮水诸成分对公共卫生的显著有害影响。至于控制这些组分的浓度的技术或经济上的可能性，都不属于本研究的范围。

对于同健康影响有联系的某些消毒方法将加以评论，但水的各种消毒方法的效果和潜在危险性将不予涉及。

近年来，随着人们认识水平的提高和饮水中杂质的多样性，要求应用高灵敏度的分析方法。然而，对于长期摄取低剂量的这些物质的生物学结果的评价，往往需要两年或更长的时间方能完成。虽然将来可能会有新的途径解决评价慢性危害健康影响的难题，但现有的研究途径还不足以评价饮水中所有的污染物，因此所报告的结果必须考虑到有助于继续试验。

除饮水的已知成分外，对那些预料会存在于水中而至今尚未检出的成分，也要尽可能地加以考虑(像大量使用的某些农药的分解产物)。

在水成分的评价中，不仅要考虑到它们的性质、浓度和毒性，同时也应考虑到其它一些问题，例如：

1. 为什么要研究这种物质？它存在于水中会产生什么危险性？
2. 物质是怎样进入水中的？
3. 除水以外还有哪些原因？
4. 哪些污染物质需要控制？
5. 有没有高于一般危险性水平的特殊地区或人群？
6. 这种物质是不是基本的必需营养物？
7. 根据现有资料，能否说明此种物质是暂时的致病影响，还是永久的致病影响，还是可逆性影响？

8. 根据这些影响的表现和它们的可逆性(缺乏它), 能否提出“无观察到损害健康作用”水平?

9. 对于有益于健康的物质, 要使它们保持在一种什么样的浓度, 才能不产生危险性而又有益于健康?

10. 为解决那些尚未解决的问题, 还需要什么资料?

饮水中的许多成分本来就是天然物质, 或是经岩石、土壤和空气进入水中的物质。有些是人和动物的自然废弃物。另外一些是人为的或合成的物质, 为了某种目的而生产和使用, 不注意使它们进入水中。由于工农业活动, 在人类生活的地区, 这些成分分布很广。

水的消耗量

本研究按每人每天平均消耗 2 升水计算, 这也是环境保护局推算出的暂订的标准使用量。每天的消耗量随温度、湿度、身体活动和其它各种因素而改变。根据几种不同文献来源推算, 每人每天平均消耗 1.63 升, 但一般都采用 2 升, 作为成人每天摄入的水的消耗量。估计有些人每日消耗的水量会多于 2 升, 但确定的污染物的安全系数足以抵销超过的水的消耗量, 因此这个标准还是有保证的。但在制订地区性或职业性的某些标准时, 仍应考虑水消耗量的极限值。

危险性和安全性

评价摄入饮水中化学污染物的危害, 一般有两种途径, 即实验室毒性研究和流行病学研究。两种类型的研究目的在于提供对人的危险性的资料。危险成分只是问题的一半; 另一半则是有益于接触的人群。难于保证一个无危险性的社会。评价长期影响和对人体危险性所用的科学方法和准则将在第Ⅱ章“化学污染物: 安全和危险性评价”及每组污染物的有关章节中叙述。

目前对毒性认识的大多数实验结果, 都是以观察对人或动物产生影响的剂量或剂量率为基础的, 这些剂量远远大于饮水中有害物质的常见浓度。为此, 关于摄入饮水中污染物所引起的健康危害大小的判断常有较大的差异。另外一个问题是要注意二种或多种污染物质的联合作用。

对于低水平剂量危险性推断的理论和实验基础将加以讨论, 某些原则将作为本文和类似研究工作的指南。

微生物学污染物

水致疾病的爆发系由州卫生机构向全国疾病控制中心(CDC)报告。此外, 环境保护局还可以从州供水机构取得水致疾病爆发的资料。疾病控制中心和环境保护局所掌握的关于水致疾病爆发的资料有局限性, 因此必须谨慎地加以解释。收集到的资料仅代表大量的公共卫生问题的一小部份。报告的爆发起数和病源的种类及数目随各州卫生机构或独立单位的兴趣和可能性而定, 他们很难真实地反映出与饮水有联系的疾病爆发起数、病例或病源。

许多小规模爆发未向州卫生部报告, 没有法律或法规规定州向疾病控制中心报告所有的胃肠道病例。1975年, 向疾病控制中心报告的24起水致疾病爆发计10,879例, 2起最大规模的爆发没有病源起因(宾夕法尼亚州的西威克洛伊, 5,000例; 印地安那州的塞勒斯博格, 1,400例。但实际上经过鉴别, 24起爆发中有17起没有病源起因, 计9,760