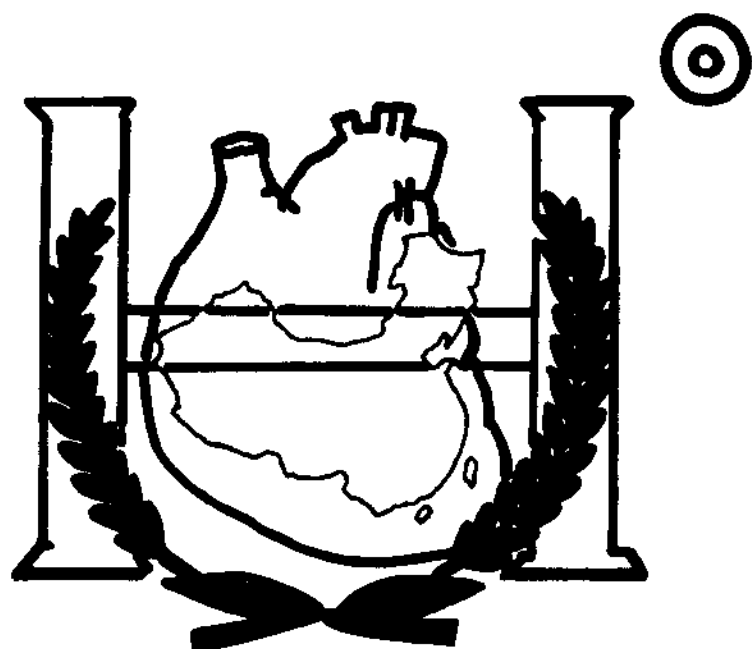


飲用水硬度与心血管疾病 死亡率关系的研究

(专 辑)



北京市卫生防疫站编印

前 言

饮水硬度与健康,尤其是与心血管系统疾病的关系,是目前国内外人们普遍关心的一个问题。国外已有不少报导,国内一些单位也做过一些调查、探索,但资料均较局限。

1979年,中国医学科学院卫生研究所,根据卫生部及国家建委下达的任务,组织全国十三个省市卫生防疫站及部分医学院校成立协作组,推选我站与中山医学院卫生系为组长单位,开展饮用水硬度及其主要成分与心血管系统疾病死亡率关系的流行病学调查研究。

通过三年的努力,全国四十五个卫生单位,按照统一的方法,团结协作,在三十七个大中、小城市,二千二百七十多万人口的广泛范围内,进行了大量的心血管系统疾病死因资料的统计整理,饮用水水质的收集化验,以及与本课题有关的环境和社会等因素的调查研究,获得了有一定科学价值的成果。

本课题的研究结果,填补了我国在这方面工作的空白,为修订《生活饮用水卫生标准》中“硬度”的允许含量界限,为进一步探讨饮用水硬度与人体健康的关系,为心血管系统疾病的防治,为水资源的合理开发、利用和保护,提供了有意义的科学依据和背景资料。

为了便于同行评议,交流情况和供预防医学工作者参考,我站把本课题的总结资料以及与之有关的国内外资料,汇集成册。由于我们的水平有限,时间仓促,谬误之处,敬希阅者批评指正。

北京市卫生防疫站 1982.1

目 录

1	饮用水硬度与心血管疾病死亡率关系的研究	
	全国“饮用水硬度与健康”科研协作组	(1)
2	制订生活饮用水中有害物质卫生标准的方法	(19)
3	饮水硬度与心血管疾病关系国内研究综述	盛金妹 (23)
4	心血管病死亡率与饮水关系 (美国)	李召华 (26)
5	给水的硬度与死亡率 (英国)	李召华 (35)
6	水的硬度以及有关元素与心血管病疾的关系问题	
	中山医学院环境与营养卫生教研组	(40)
7	饮水硬度及其化学成份与心血管关系的研究进展 (综述)	陈成章 (52)
8	水硬度与马的镉蓄积和马的心血管病的显微镜征的关系	梁秉常 (76)
9	饮水硬度能影响心血管病疾吗?	杨正炎等 (80)
10	医学研究设计方法学概述	高鹏远 (88)
11	饮用水经不同煮沸时间硬度变化的试验报告	祁秀贞等 (110)

饮用水硬度与心血管疾病 死亡率关系的研究

引 言

心血管疾病的预防是一个受到全球广泛关注的问题。冠状动脉硬化性心脏病(下称冠心病)和高血压疾病的病因,已有多因素影响因素的提出,仍待深入了解。心血管病死亡率的分布有明显的地区差别〔1〕,这些差别除以饮食习惯、生活习惯、遗传、精神因素等有关的“危害因素”来探讨外,是否水质中的某些因素对心血管病的发生具有不可忽视的影响,是很值得研究的课题,因为水在人们生活中具有众所周知的地位。1957年日本学者已注意到脑卒中死亡率与河水的硫酸盐和碳酸盐的比值有密切关系,其后,许多国家进行了流行病学调查和实验研究,发现饮水硬度与心血管疾病死亡率呈明显的负相关关系,但亦有一些研究并未发现这种关系的存在〔2〕。近年来根据 IAEA(国际原子能机构)/WHO(世界卫生组织)的微量元素与心血管病死亡率关系联合研究计划〔3〕,开展了水中微量元素与心血管病死亡率关系的研究,目前已有不少报导,特别是关于铬、铜、镉、铅等与心血管病死亡率关系的研究〔4〕。

我国心血管病患病率及死亡率的分布也有地理上的差别。根据心血管疾病普查资料,北方明显高于南方,如1979年北京、天津高血压患病率分别为10.56%及10.04%,而广州、福州则分别为4.9%及5.49%;冠心病也是北方高于南方,急性

心肌梗塞的死亡率在北京、天津一般为50/十万左右，而广州、福州则在30/十万左右，脑卒中的死亡率也有类似情况^[5]，可见各地区间心血管病死亡率差别很大。我国心血管病死亡率已从死因构成的第七位上升为首位^[5]，成为威胁广大人羣健康的主要疾病。因此，从多方面，包括从饮用水方面去研究心血管病的防治更有必要。

我国各地饮水硬度差异甚大，低者不到1度（德国度），大部分地区不超过25度，个别地区高达39度以上，现行水质卫生标准中规定硬度不得超过25度。为了探讨硬度与疾病的关系，特别是与心血管疾病的关系，为修订饮水硬度卫生标准提供科学依据，卫生部和国家建委组织了全国十四个省市的卫生防疫站、医学院校等单位组成科研协作组，从1979年开始进行了饮水硬度及其主要成分与心血管疾病死亡率关系的流行病学调查。

内容及方法

本研究主要以心血管疾病死因回顾调查资料与某些水质指标进行单相关分析和多元逐步回归分析，探讨饮水硬度及有关指标与心血管疾病死亡率之间的关系。

一、调查点的选择：选择饮用集中式给水五年以上的城镇为调查点，各点的人数5—10万人以上，自采水普及率达70%以上，包括软水、中等硬水、硬水和极硬水地区。全部调查对象包括三个直辖市和十一个省的大、中、小城镇，共37个点。各点分布于我国东、南、西、北各方位。以黄河流

域为界，其中南方有15个城市，北方有22个城市。

各调查点除新疆石河子小拐地区、广东台城、四川重庆江北县调查人数不足5万人以外，其余均超过5万人。但上述三个点的饮用水是本调查的最高硬度点或最软饮水点之一。

37个点共调查22,774,252人，其中男性为11,869,614人，女性为10,904,638人，约占全国城镇人口的四分之一。

二、心血管病资料的来源：心血管疾病死亡资料取自1974—1976年全国肿瘤死因回顾调查的资料（该调查实际上为疾病全死因回顾调查）。本研究的各调查点在收集疾病资料时，对部分资料进行了核对，以求资料的准确性。其心血管疾病死因分类按1975年全国肿瘤防治办公室颁发的“肿瘤死亡情况调查方法中各年龄组死亡人口死因分类表”的规定。我们选择了脑血管疾病、高血压性心脏病（下称高心病）、冠心病死亡率作为研究疾病指标，并且都分别用1964年我国人口普查时的年龄、性别人口构成比进行标化，得出校正死亡率。由于冠心病与高心病在临床诊断上难以严加区分，因此在疾病统计分析时，将冠心病与高心病合併统计。又因心血管疾病死亡多见于40岁以上的人群，因此只计算40岁以上人口的上述疾病死亡率。37个点中，40岁以上人口数计7,120,202人，其中男性3,647,210人，女性3,472,992人。

三、水质资料来源：收集了与疾病死亡相应年份的水质资料，主要根据各地自来水公司或水厂及卫生防疫部门历年测定的出厂水的测定结果。本协作组于1980年枯水期和丰水期按统一方法再予测定。项目有总硬度、氯化物、硫酸盐、钙、镁离子，以

验证过去水质分析的准确性。在此基础上，按死亡回顾调查年份相应的水质资料计算各水质指标的平均值，作为各调查点水质的统计分析数据。

此外，还收集了现有的部分社会环境因素，包括：职工平均工资水平（元/月/人）；食物的构成及基本量，根据各调查点国家供应的数量，概算每人每年的平均消耗量，包括粮食、鱼、肉、蛋等（以斤计）；以各调查点的年平均降雨量（毫米），气温（℃）及海拔高度（米）。以供分析时参考。

结果与分析

一、水质调查

1. 水源类型：

水源类型有地面水、地下水、混合水。以地面水为水源的有上海、广州、南京、苏州、重庆、惠州、泸州、大连、长沙、桂林、天津、新疆石河子下野地区、汕头、台城、自贡等15个点，占40.5%。以地下水为水源的有北京、石家庄、兰州、保定、北京石景山区、张家口、大庆、大同、太原、石河子、唐山、清江、阳泉、本溪、乌鲁木齐、徐州、石河子市小拐地区、阜新、邯郸峰峰矿等19个点，占51.4%。以混合水为水源的有合肥、成都、邯郸3个点，占8.1%。

37个点中，软水（0—8度）共11个点，占29.7%；中硬水（8—16度）共14个点，占37.9%；硬水（16—25度）共9个点，占24.3%；极硬水（25度以上）共3个点，占8.1%。

2 水质指标均值: 37个点水质硬度均值的差别很大; 最低是广东的台城, 为0.12度, 其 Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} 也最低。最高是阜新, 为39.8度, 其 Ca^{++} 也最高。

为分析方便, 将37个调查点按水硬度分为四组(软、中硬、硬与极硬)进行比较, 各组五项水质指标均值见表1, 各组的 $\text{SO}_4^{=}$ 、 Mg^{++} 的均值皆随着总硬度的均值增加而增加; 饮水中 Cl^- 在软水中和中硬水中无区别, 只在硬和极硬水中明显增加。水 Ca^{++} 除中硬度水高于硬水外, 亦随着硬度增高而增高。

二、心血管病死亡率的调查

37个点的脑血管病死亡率, 除新疆石河子下野地区~~地区~~和石河子市外, 均高于冠心病+高心病死亡率。脑血管病死亡率范围, 男性65.01(下野地区)~736.54/十万(阳泉); 女性53.26(汕头)~924.97/十万(阳泉)分别相差11.3倍和17.4倍, 女性脑血管疾病死亡率比男性高。

冠心病+高心病死亡率范围, 男性3.06(汕头)~255.28/十万(旅大), 相差83.4倍; 女性0/十万(惠州)和6.10/十万(台城)~300.31/十万(邯郸峰峰矿)。

将37个城镇分南、北方两组进行分析, 水的总硬度平均值, 南方15个城市为6.11度, 北方22个城市为17.3度, 呈现南低北高的现象, 而心血管病死亡率也出现同样现象(见表2)。

三、相关分析

选择资料较齐全的29个点进行单相关和逐步回归分析。

1. 五项水质指标的相关:

29个点的单相关系数结果(表3)为:总硬度与 Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, Ca^{++} , Mg^{++} ; Ca^{++} 与 Mg^{++} , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$; Mg^{++} 与 Cl^- ; Cl^- 与 $\text{SO}_4^{=}$ 均呈非常显著意义的正相关($P < 0.01$), Mg^{++} 与 $\text{SO}_4^{=}$ ($0.05 > P > 0.01$)亦呈正相关。

2 五项水质指标与心血管疾病死亡率间的单相关分析

五项水质指标与心血管疾病死亡率单相关分析的相关系数见表4, 男女性的冠心病+高心病死亡率均与水总硬度和 Ca^{++} 呈有显著意义的正相关($0.05 > P > 0.01$), 男性还与 Mg^{++} 呈正相关($0.05 > P > 0.01$); 女性脑血管病死亡率与水总硬度和 Mg^{++} 呈有显著意义的正相关($0.05 > P > 0.01$), 男性脑血管病死亡率与五项水质指标之间未发现有显著意义的相关; 两种心血管疾病与水 Cl^- 和 $\text{SO}_4^{=}$ 亦未见有显著意义的相关, 上述有显著意义相关因素的回归方程见表5。

3 五项水质指标与心血管疾病死亡率间的多元逐步回归分析:

多元逐步回归分析结果见表6, 结果的判断是按标准偏回归系数的大小来比较各种水质因素对心血管病死亡率影响的大小, 标准偏回归系数的绝对值愈大, 自变量对因变量的影响亦愈大。在选择水平为2时, 男、女性冠心病+高心病死亡率与饮水总硬度的标准偏回归系数最大, 分别为0.696和0.774; 男性脑血管病死亡率与总硬度的标准偏回归系数亦最大, 为0.728, 女性的死亡率与 Cl^- 呈负相关, 其次为钙, 呈正相

关，上述结果表明，冠心病+高心病死亡率及男性脑血管病死亡率与饮水总硬度密切程度最大，均呈正相关。

讨 论

欧美澳等若干国家曾广泛研究饮水的硬度与钙、镁等无机盐成分与心血管病，特别是冠心病死亡率的关系，但意见未能一致。我国过去在全国大范围内未曾进行这方面的研究，本研究对我国饮用不同硬度水的城镇居民与冠心病、高心病和脑血管病死亡率关系的研究进行了尝试。

本次调查研究的基本材料是全国性的死因回顾调查在城镇和大城市的数据，各地均抽取部份资料进行核对，并尽可能增加调查点数，以求误差尽量缩小。水质指标亦据有关部门的出厂水测定资料，并我们又以统一方法作了丰水、枯水期的核对测定，以保证所选点的水质指标合乎研究要求。

就本次观察结果，在单相关分析中，男性的冠心病+高心病死亡率与水总硬度、 Ca^{++} 和 Mg^{++} 呈正相关，女性的冠心病+高心病死亡率与水总硬度和 Ca^{++} 呈正相关 ($0.05 > P > 0.01$)，女性的脑血管病死亡率与水总硬度和 Mg^{++} 亦呈正相关

($0.05 > P > 0.01$)。在逐步回归分析中，男、女性的冠心病+高心病死亡率及男性脑血管病死亡率与饮水总硬度密切程度最大，呈正相关，这与大部分国外学者的负相关观察结果不一致。我们所观察的基本倾向是：水硬度低的地区，一般上述疾病的死亡率低，而硬度高的地区则相反；水的硬度和上述疾病

死亡率呈南低北高的状况，北方各点平均水硬度为 17.4 度，南方为 6.1 度，前者冠心病 + 高心病和脑血管病平均死亡率高于后者 1.29~3.03 倍。由于本研究各调查点存在着某些社会环境的差异，如粮食供应最高最低相差 2.4 倍，鱼肉蛋供应量相差 5.8 倍，平均气温相差 5.7 倍，雨量相差 16.8 倍，海拔高度相差 504.7 倍；对饮食习惯、生活习惯、遗传和精神因素等因素没有必要的资料以进行分析，对水中可能与心血管疾病有关的成分，特别是微量元素，也未能进行测定分析。因此我们所得出这种正相关的关系，不一定是直接的因果关系，也可能是间接关系，或是一种伴随现象，但为进一步研究提供线索。

国外一些学者亦发现饮水硬度与心血管疾病死亡率呈正相关的现象。美国学者发现饮水硬度与脑血管病 (Winton 与 Meehan, 1970)、动脉硬化性心脏病 (Voors 1972)、高血压病 (Morten, 1971) 和心血管病 + 肾病 (Bierenbaum 等, 1975) 等死亡率呈正相关；英国学者亦发现与动脉硬化性心脏病死亡率呈正相关 (Connor, 1971)^[2]。美国个别学者发现水镁与黑人男性脑血管病死亡率呈正相关 (Schroeder 与 Kraemer, 1974)^[4] 但未见与 Ca^{++} 呈正相关的报导。尽管这些研究结果与本研究是相一致，但这种正相关关系是难于用目前流行的观点来解释，仍缺乏足够的论据，例如人们每日机体所需要的 Ca^{++} 和 Mg^{++} ，并非主要依靠饮水来提供^[6]。因此，饮水硬度以及钙和镁

增高可能反映其他影响因素的存在，这需进一步研究。

我国现行水质硬度以不超过25度为标准。本次在全国大范围范围的观察结果，不支持欧美一些学者认为硬水比软水有利于降低冠心病与高心病死亡率的观点。因此，水硬度标准的修订，目前暂时不必考虑下限的界限值。本研究同时提示，是否在硬水较高地区的水中，伴随着某些影响冠心病与高心病的因素存在。此外，水硬度标准的修订，亦应考虑工业等用水的要求与处理硬水的可能性，以适合我国的国情，这些都有待进一步研究。

小 结

本研究调查和分析了37个城镇40岁以上人群的心血管疾病的死亡率与水的总硬度、钙、镁、氯化物、硫酸盐的关系。对29个调查点的结果进行了单相关及多元逐步回归分析。

单相关分析：男性的冠心病+高心病死亡率与水总硬度、 Ca^{++} 和 Mg^{++} 呈正相关（ $0.05 > P > 0.01$ ），女性的冠心病+高心病死亡率与水总硬度和 Ca^{++} 呈正相关（ $0.05 > P > 0.01$ ），女性的脑血管病死亡率与水总硬度和 Mg^{++} 呈正相关（ $0.05 > P > 0.01$ ）。

逐步回归分析：男、女性冠心病+高心病死亡率和男性的脑血管病死亡率均与水的总硬度的关系最密切，呈正相关；而女性的脑血管病死亡率与水 Cl^- 的关系最密切，呈负相关，其次与 Ca^{++} 呈正相关。

但是本次调查所提出的水质因素在心血管疾病中的作用应加以分析, 并有待进一步研究。

主要参考文献

1. Enterline P.E., Stewart W.H.: Public Health Rep 71:849, 1956.
2. Comstock G.W.: Am J Epidemiol 110:375, 1979.
3. 朱莲珍、陈君石等译: 国外医学参巧资料 卫生分册 2: 117, 1974.
4. Sharrett A.R.: Am J Epidemiol 110:401, 1979.
5. 吴英恺等: 北京市西城区医药卫生学会学术活动资料 1979.
6. Masironi R.: WHO Chronicle 32:382, 1978.

协 作 单 位

1. 北京市卫生防疫站
2. 中山医学院卫生系
3. 苏州医学院卫生系
4. 广东省卫生防疫站
5. 四川省卫生防疫站
6. 河北省卫生防疫站
7. 北京市自来水公司
8. 北京市水文地质工程地质公司
9. 上海市卫生防疫站
10. 天津市卫生防疫站
11. 河北省张家口市卫生防疫站
12. 河北省保定市卫生防疫站
13. 河北省邯郸市卫生防疫站
14. 河北省唐山市卫生防疫站
15. 河北省石家庄市卫生防疫站
16. 山西省卫生防疫站
17. 山西省大同市卫生防疫站
18. 山西省太原市卫生防疫站
19. 山西省阳泉市卫生防疫站
20. 山西省长治市卫生防疫系
21. 辽宁省卫生防疫站
22. 辽宁省本溪市卫生防疫站
23. 辽宁省旅大市卫生防疫站

- 24. 辽宁省沈阳市卫生防疫站
- 25. 辽宁省阜新市卫生防疫站
- 26. 四川省成都市卫生防疫站
- 27. 四川省自贡市卫生防疫站
- 28. 四川省泸州市卫生防疫站
- 29. 四川省江北县卫生防疫站
- 30. 四川省重庆市卫生防疫站
- 31. 江苏省卫生防疫站
- 32. 江苏省清江市卫生防疫站
- 33. 江苏省徐州市卫生防疫站
- 34. 江苏省南京市卫生防疫站
- 35. 江苏省苏州市卫生防疫站
- 36. 广东省惠州市卫生防疫站
- 37. 广东省台山县卫生防疫站
- 38. 广东省汕头市卫生防疫站
- 39. 安徽医学院卫生系
- 40. 广西医学院卫生系
- 41. 北京石景山区卫生防疫站
- 42. 甘肃省卫生防疫站
- 43. 黑龙江省大庆市卫生防疫站
- 44. 新疆自治区卫生防疫站
- 45. 新疆石河子市卫生防疫站

资 料 整 理

盛金妹(北京市卫生防疫站)

梁秉常(中山医学院卫生系环境卫生与营养卫生教研室)

赵纪先(广东省卫生防疫站)

欧阳章玉(四川省卫生防疫站)

刘秀山(北京水文地质工程地质公司)

多元逐步回归分析计算:

黄小兰(中山医学院卫生系卫生统计教研室)

谭 良(北京市计算中心)

王少贤(中国科学院)

杨正炎(中山医学院卫生系环境卫生与营养卫生教研室)

李召华(苏州医学院环境卫生教研组)

许宏建(广东省卫生防疫站)

袁新乐(河北省卫生防疫站)

杨春愿(北京水文地质工程地质公司)

执笔:

盛金妹、杨正炎、赵纪先、梁秉常、李召华。

审修:

陈成章(中山医学院卫生系)、盛金妹、何志谦(中山医学院卫生系)。

朱子辉(苏州医学院环境卫生教研组)

全国“饮用水硬度与健康”科研协作组

一九八一年十一月

