

福建仙游县环境介质中化学元素的分布特征

吴晓丽¹, 刘宝英¹, 吴传城¹, 陈昱¹, 李宏图¹, 颜伟², 刘福志¹

摘要:

[目的] 比较仙游县胃癌高、低发地区土壤、饮用水及大米中环境化学元素含量,了解它们的分布特征。

[方法] 课题组于2014年随机抽取有代表性的胃癌高发乡镇7个,低发乡镇5个,每个乡镇各抽取2~3个村,进行土壤(99份样本)、饮用水(99份样本)、大米(53份样本)的采样,运用原子荧光光谱法测定各样本的硒、砷、汞元素,采用电感耦合等离子体质谱法测定各样本的钙、铁、镁、锰、钴、镍、铜、锌、钼、钡、铅元素含量。分析胃癌高、低发地区土壤、饮用水、大米中化学元素的含量差异及其意义。

[结果] 胃癌高发区土壤中钙、镁含量中位数水平低于低发区($P < 0.05$);饮用水中硒和砷未检出,胃癌高发区饮用水中钙、镁、锰、钴、镍、钡及铅的质量浓度中位数水平低于低发区($P < 0.05$);胃癌高发区大米中钼含量的中位数水平和锌铜比低于低发区,而镁、锰含量的中位数水平高于低发区($P < 0.05$)。

[结论] 仙游县胃癌高、低发区土壤、饮用水及大米中钙、镁等元素存在一定差异。

关键词: 仙游县; 化学元素; 胃癌; 土壤; 饮用水; 大米

引用: 吴晓丽, 刘宝英, 吴传城, 等. 福建仙游县环境介质中化学元素的分布特征[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(8): 703-706. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16643

Distribution of chemical elements in soil and drinking water in Xianyou County WU Xiao-li¹, LIU Bao-ying¹, WU Chuan-cheng¹, CHEN Yu¹, LI Hong-tu¹, YAN Wei², LIU Fu-zhi¹ (1.School of Public Health, Fujian Medical University, Fuzhou, Fujian 350108, China; 2.Fujian Province Xianyou County Health and Family Planning Bureau, Xianyou, Fujian 351200, China). Address correspondence to WU Chuan-cheng, E-mail: 78926674@qq.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To compare the contents of environmental chemical elements in soil, drinking water, and rice in areas with high and low mortalities of gastric cancer in Xianyou County, and describe the distribution of the elements.

[Methods] Representative towns with high (7 towns) or low (5 towns) mortalities of gastric cancer were randomly selected in Xianyou County. Samples of soil ($n=99$), drinking water ($n=99$), and rice ($n=53$) were collected from 2-3 villages of each town. Atomic fluorescence spectrometry was used to determine selenium (Se), arsenic (As), and mercury (Hg) in each sample. Inductively coupled plasma mass spectrometry was used to determine calcium (Ca), iron (Fe), magnesium (Mg), manganese (Mn), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), molybdenum (Mo), cadmium (Cd), barium (Ba), and lead (Pb) in each sample. Statistical analysis was performed to analyze the difference and significance of the contents of chemical elements in soil, drinking water, and rice samples between areas with high and low mortalities of gastric cancer.

[Results] The median contents of Ca and Mg in the soil samples collected in high-mortality areas were lower than those in the low-mortality area ($P < 0.05$). Se and As in drinking water were not detected. The median mass concentrations of Ca, Mg, Mn, Co, Ni, Ba, and Pb in drinking water samples collected in high-mortality areas were lower than those in the low-mortality areas ($P < 0.05$). The median content of Mo and the ratio of zinc to copper in rice samples collected in high-mortality areas were lower than those in the low-mortality areas, whereas the median Mg and Mn contents were higher ($P < 0.05$).

[Conclusion] In areas with high and low mortalities of gastric cancer in Xianyou County, such elements as Ca and Mg are different in soil, drinking water and rice.

Keywords: Xianyou County; chemical element; gastric cancer; soil; drinking water; rice

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目] 福建省仙游县消化道肿瘤病因学、流行病学研究项目(编号: 2013B008); 福建省自然科学基金项目(编号: 2015J01673, 2017J01811)

[作者简介] 吴晓丽(1988—), 女, 硕士生; 研究方向: 肿瘤环境流行病学; E-mail: chahuadadao@qq.com

[通信作者] 吴传城, E-mail: 78926674@qq.com

[作者单位] 1. 福建医科大学公共卫生学院, 福建 福州 350108; 2. 福建省仙游县卫生和计划生育局办公室, 福建 仙游 351200

Citation: WU Xiao-li, LIU Bao-ying, WU Chuan-cheng, et al. Distribution of chemical elements in soil and drinking water in Xianyou County[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(8): 703-706. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16643

胃癌是我国重点防治的癌症之一。2011—2012年福建省仙游县全死因回顾调查发现,胃癌是仙游县首位恶性肿瘤,其标化死亡率为49.47/10万^[1],且不同乡镇间胃癌死亡率差异明显。自然环境中的致癌因素是人们长期关注的问题。大量流行病学调查资料显示,胃癌在世界不同国家,或在同一国家的不同地区间发病率和死亡率都存在明显差异。王明远等^[2]研究发现动植物和人的地球化学元素平均丰度的增减变化趋势与地壳、土壤、饮用水的元素平均丰度变化趋势基本一致。癌症的地理分布规律与当地土壤环境中的化学元素含量相关^[3-4]。因此,本研究对仙游县胃癌高发区和低发区乡镇不同的环境介质(土壤、饮用水及大米)进行采样,并分析其化学元素含量,以较为全面地掌握其分布特征。

1 材料与方法

1.1 抽样方法

根据2011—2012年仙游县全死因回顾性调查资料的胃癌死亡率情况,以我国2004—2005年全国胃癌标化死亡率16.16/10万的3倍为准,将仙游县各乡镇划分为胃癌高、低发乡镇,高发乡镇标化死亡率范围为(52~96)/10万,低发乡镇标化死亡率范围为(26~48)/10万。依据地形地势,于2014年随机抽取具有代表性的乡镇(包括高发乡镇7个,低发乡镇5个,每个乡镇各抽取2~3个村)进行样品采集。

1.2 样本采集

土壤采集、保存及记录等过程依据《土壤检测》(NY/T 1121.1—2006)进行,采样点离开铁路、主干公路,避开坡脚、洼地等具有从属景观特征的地点和城镇、住宅、道路等为干扰大的地点,采样点主要分布于农田、果园、菜地等,利用梅花布点法进行采样,每个点采集约1.0 kg土壤装入样品袋,共采集99份样本。

生活饮用水采集及保存等过程依据GB/T 5750—2006《生活饮用水标准检验方法》、GB 5479—2006《生活饮用水卫生标准》进行,采样点选择10年前饮用人口多的水井及集中供水水源(水厂),或者饮用人口较多的山泉水等,采集均采用瞬时采样法,每份样本100 mL,共采集99份样本,采样后加硝酸保存样本。

大米样本为当地土壤所产,采集及处理等依据GB 5491—1985《粮食、油料检验 扦样、分样法》的原

则和要求进行,通过入户采样和商场采样两种方式,采集米袋上层米、中层米、下层米混合后取样,每份样本250 g,共采集53份样本,并应用粉碎机、研钵等方法将样品制成均匀可检状态。

土壤、大米样本均采用电热板消解法处理。

1.3 检测方法

运用原子荧光光谱法测定各样品中汞、硒、砷元素的含量,其检出限为0.01 mg/L;电感耦合等离子体质谱法测定各样品中钙、铁、镁、铜、锰、钴、镍、铜、锌、镉、钡、铅元素的含量,其检出限为0.5 ng/L。

1.4 质量控制

所有采样人员经过统一培训,严格遵守国标进行采样和实验室检测。实验开始前通过加标回收率检测实验准确性及稳定性,并采用平行对照检测实验方法的准确度。为了减少误差,所有样品均在同一实验条件下完成测定,消解所用酸均来自同一批次。用不同浓度梯度的标准液做标准曲线,标准曲线拟合 R^2 大于0.999。

1.5 统计学方法

将所有数据录入Excel 2003,运用SPSS 20.0统计软件进行分析。计量资料采用第25、50、75百分位数(P_{25} , P_{50} , P_{75})表示,组间比较采用Mann-Whitney U 秩和检验。检验水准,双侧 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 土壤

从表1可知,与胃癌低发区相比,高发区土壤中钙、镁及汞元素含量低于低发区(均 $P<0.05$)。

2.2 饮用水

饮用水中硒和砷未检出。胃癌高发区饮用水中钙、镁、锰、钴、镍、钡及铅质量浓度均低于胃癌低发区($P<0.05$),详见表2。其中,铁、锰、镍、锌、铜、钼、镉、钡、铅、硒、砷和汞的含量均低于国家标准限值[GB 5479—2006《生活饮用水卫生标准》]。

2.3 大米

调查显示,大米中钙、硒、镁、锌、锰含量均低于食物成分表(http://www.quanyy.com/?Tools/tools_cf_info/aid/1/bid/14/id/54.html)中相应的营养素含量。胃癌高发区大米中钼元素含量和锌铜比低于低发区,而镁、锰含量高于低发区($P<0.05$)。见表3。

表1 仙游县胃癌高、低发区土壤中化学元素含量

元素	高发区(n=51)			低发区(n=48)			P
	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	
钙(g/kg)	27.65	36.80	36.80	36.80	36.80	45.40	<0.01
铁(g/kg)	1.44	3.22	7.50	2.04	3.29	6.57	0.38
镁(g/kg)	38.60	75.67	75.67	75.67	75.67	139.68	0.01
锰(mg/kg)	10.14	14.10	21.73	11.91	15.79	33.66	0.10
钴(mg/kg)	4.18	9.25	22.10	5.01	9.16	26.75	0.53
镍(mg/kg)	4.14	6.43	10.00	5.01	8.14	10.46	0.29
铜(mg/kg)	1.65	2.57	5.57	2.36	3.01	4.09	0.22
锌(mg/kg)	26.28	34.26	56.16	23.27	43.99	86.85	0.46
钼(mg/kg)	0.50	1.12	6.55	1.11	1.74	3.20	0.30
镉(mg/kg)	0.24	0.61	1.58	0.33	0.68	1.04	0.98
钡(mg/kg)	56.25	76.94	343.29	54.14	82.10	199.85	0.51
铅(mg/kg)	45.27	75.29	352.68	45.23	67.56	97.06	0.13
硒(mg/kg)	0.15	0.18	0.29	0.12	0.19	0.33	1.00
砷(mg/kg)	0.00	2.94	6.99	0.00	3.66	9.59	0.76
汞(mg/kg)	0.03	0.08	0.13	0.07	0.12	0.21	0.01
锌铜比	0.05	0.07	0.14	0.05	0.08	0.14	0.91

表2 仙游县胃癌高、低发区饮用水中化学元素质量浓度

元素	高发区(n=54)			低发区(n=45)			P
	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	
钙(mg/L)	2.33	8.98	15.22	12.65	23.16	68.88	<0.01
铁(μg/L)	17.00	34.10	60.82	17.23	31.90	88.24	0.91
镁(mg/L)	0.44	1.99	3.63	3.44	6.43	14.81	<0.01
锰(μg/L)	1.97	4.61	11.29	5.39	30.53	103.96	<0.01
钴(μg/L)	0.02	0.05	0.09	0.11	0.30	1.56	<0.01
镍(μg/L)	0.05	0.15	0.57	0.40	1.47	2.32	<0.01
铜(μg/L)	1.21	2.01	4.33	1.63	2.30	3.33	0.22
锌(μg/L)	5.69	11.52	25.47	7.72	16.44	72.47	0.13
钼(μg/L)	0.16	0.39	0.94	0.12	0.28	1.32	0.51
镉(μg/L)	0.03	0.05	0.11	0.04	0.08	0.24	0.16
钡(μg/L)	26.79	40.46	81.07	92.30	187.92	375.41	<0.01
铅(μg/L)	0.44	0.72	1.09	0.67	0.78	1.76	0.02
硒(μg/L)	—	—	—	—	—	—	—
砷(μg/L)	—	—	—	—	—	—	—
汞(μg/L)	0.05	0.10	0.12	0.03	0.11	0.20	0.35
锌铜比	0.12	0.18	0.34	0.05	0.18	0.38	0.50

[注]—: 未检出。

表3 仙游县胃癌高、低发区大米中化学元素含量

元素	高发区(n=35)			低发区(n=18)			P
	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	
钙(mg/kg)	8.82	11.93	19.75	6.27	12.13	16.41	0.38
铁(mg/kg)	0.34	0.49	0.68	0.27	0.40	0.53	0.17
镁(mg/kg)	5.07	5.74	7.14	3.98	4.60	5.53	<0.01
锰(μg/kg)	148.78	167.37	199.15	118.72	141.99	171.92	0.01
钴(mg/kg)	0.24	0.39	0.67	0.19	0.46	0.80	0.82
镍(mg/kg)	7.62	11.77	16.16	7.46	10.10	11.91	0.36
铜(μg/kg)	17.41	24.83	43.11	22.05	39.41	44.11	0.15
锌(μg/kg)	286.63	431.23	728.95	208.17	415.17	524.30	0.26
钼(mg/kg)	13.46	17.15	20.87	18.11	23.70	33.32	<0.01
镉(mg/kg)	2.59	5.67	8.21	4.05	5.32	10.61	0.69
钡(mg/kg)	25.69	39.86	55.01	21.31	30.83	37.59	0.14
铅(mg/kg)	17.40	36.44	50.76	11.67	33.62	57.99	0.91
硒(μg/kg)	3.89	5.03	9.35	5.83	9.70	11.18	0.05
砷(mg/kg)	—	—	—	—	—	—	—
汞(mg/kg)	0.10	0.12	0.16	0.11	0.17	0.21	0.05
锌铜比	0.04	0.06	0.09	0.06	0.10	0.23	0.01

[注]—: 未检出。

3 讨论

岩石风化经成壤作用形成土壤,会影响作物及地下水的元素构成及含量^[5]。恶性肿瘤的病因学、流行病学研究发现,85%~90%的肿瘤与环境因素相关,其环境因素包含地质、土壤、水等^[6]。

根据李忠云等^[7]研究显示,粤北岩溶丘陵区土壤钙含量均值为39.434 g/kg。仙游为丘陵地带,土壤中钙含量与其相当。考虑本研究所采集土壤均在较为平缓地区,即为雨水及地表水的汇集处,也是上部钙淋失后聚积处,使得所采集的样品中钙含量相对其他同样种植农作物的地区^[8-10]较高。仙游地区钙含量较高的原因也可能与钙肥的施用有关,但需继续调查才能得以验证。仙游胃癌高发区的土壤及饮用水中钙含量均低于低发区,但目前暂未发现有关报道土壤中钙含量异常与胃癌有关。

镁作为酶的激活剂参与多种酶促反应,参与细胞增殖及分化等调控,还具有与机体氧化应激和肿瘤发生有关等生物功能。有研究结果发现,环境土壤中镁的含量与胃癌死亡率呈正相关^[11];也有研究表明,胃癌高发区土壤中镁中值低于低发区的一半^[12]。由于土壤中镁的含量受到母质、气候、风化程度、淋溶作用和耕作培肥等因素的影响,因此土壤镁含量的区域性变异较大。本研究发现胃癌高发区土壤镁含量低于低发区,与相关研究报道一致;饮用水中镁质量浓度在胃癌高发区也低于胃癌低发区。

土壤中的汞通过食物链进入人体,因此饮食习惯的差异,也会影响人体中汞含量。本研究发现,胃癌高发区土壤中汞含量低于低发区。有研究显示,胃癌死亡率与土壤汞含量呈负相关^[13]。或许可通过检测人体血清中的汞含量进行比较,可进一步分析其与胃癌死亡率的关系。

吕世华等^[14]研究发现,冬季水田土壤中锰含量偏低,而本研究中土壤采集时间均为冬季,采集土壤均为稻田来源,仙游当地水稻为一年两季,可能锰的含量低与此有关。本研究发现仙游地区土壤钙含量较高,也可能导致锰含量偏低^[15]。仙游县胃癌高发区饮用水锰含量明显低于低发区,也与土壤中的一致。而在大米中锰含量较高,这是否与锰元素在植物中的富集作用有关,尚待进一步探讨。

本调查发现,饮用水中硒、砷元素未检出,考虑其可能因为土壤背景值较低,使得溶解于水中的含量过低,从而达不到检出限。可改善检测方法、扩大样本量,以进一步求证其是否严重缺乏。钴是维生素

B₁₂的组成成分,有造血功能,能促进各种物质的代谢,为人体必需的微量元素。人体缺钴时会引起维生素B₁₂形成、红细胞的生长发育受干扰,可发生巨细胞性贫血、急性白血病、骨髓疾病等。本调查研究结果表明,在胃癌高发区,饮用水中严重缺乏钴,提示环境中钴缺乏有可能是仙游县胃癌高发的一个原因。

研究发现,胃癌高发区饮用水中镍、钡、铅质量浓度低于低发区,仙游县胃癌高发的原因是否与此有关尚待进一步研究。元素间存在协同性、制约性的特点,同时元素的生物效应具有多样性,水中的化学元素多以离子形式存在,易被人体吸收,其浓度高低对机体的影响可能通过各元素之间的相互作用而产生。

钼是人体必需的微量元素之一,植物性食品中钼的含量取决于种植土壤中的多少。在胃癌高发区长乐与低发区福安的调查研究中发现,长乐土壤中钼元素明显缺乏^[16]。本次调查发现,仙游县胃癌高发区大米中钼含量亦较低。林敬明等^[17]认为,缺锌导致机体抗感染能力降低,严重缺乏时使肿瘤发病率升高。机体内一旦出现铜、锌等必需微量元素缺乏、不足或不平衡,使体内O²⁻和H₂O₂不能及时清除而开始蓄积,进而激发机体肿瘤的发生^[18]。本研究显示在胃癌高发区大米中Zn/Cu值较低,提示其与胃癌高发可能有一定的联系。针对大米中钼及Zn缺乏,可施加钼肥、锌肥以增加土壤元素含量,进而增加大米中的含量,从而提高人体摄入量,可能达到积极预防胃癌的作用。

本研究从三个环境介质入手,采集较多的代表性样本进行研究,较为真实地反映了当地环境中化学元素的高低情况。本调查为横断面研究,因缺乏历史资料,故无法推测当地化学元素的异常是由于环境污染引起还是环境本底值异常所致。调查结果显示,胃癌高低发区土壤、饮用水及大米中钙、镁、锰等化学元素含量存在一定差异,提示不同环境介质中化学元素含量的高低与胃癌的发生发展可能有一定的关系。

参考文献

- [1] 李丹,杨发宏,肖文杰,等.福建省仙游县2011—2012年胃癌死亡及生存状况分析[J].中国预防医学杂志,2015,16(6): 429-433.
- [2] 王明远,章申.生物地球化学区和地方病的探讨[J].中国

科学: B辑,1985,15(10): 931-936.

- [3] 曾昭华,曾雪萍.云南省癌死亡率与土壤环境中化学元素的关系[J].云南地质,2003,22(4): 395-402.
- [4] 曾昭华,蔡伟娣,曾雪萍.贵州省癌死亡率与土壤环境中化学元素的关系[J].贵州环保科技,2004,10(1): 9-13,16.
- [5] 曾昭华,曾雪萍.中国食管癌与土壤环境中元素的相关性[J].河南地质,2000,18(1): 76-80.
- [6] 陈伯扬.长乐市胃癌的土壤生态环境[J].物探与化探,2009,33(3): 319-322.
- [7] 李忠云,魏兴琥,李保生,等.粤北岩溶丘陵区不同地貌部位土壤钙的分布特征——以英德市九龙镇为例[J].热带地理,2015,35(1): 89-95.
- [8] 乔帅,王梦蛟,邓百万,等.轮作区水稻根际土壤钙镁离子含量、含水量和酸碱度变化趋势[J].江苏农业科学,2017,45(5): 284-288.
- [9] 温明霞,石孝均.重庆柑橘园钙素营养研究[J].植物营养与肥料学报,2013,19(5): 1218-1223.
- [10] 杨锦.四川盆地水稻土钙含量及钙肥效应研究[D].成都:四川农业大学,2006.
- [11] 曾昭华,曾雪萍.中国胃癌与土壤环境中化学元素的相关性[J].青海地质,1999(1): 67-72.
- [12] 陈伯扬.福建沿海胃癌高、低发区生态地球化学特征[J].福建地质,2008,27(1): 29-36.
- [13] 曾昭华,曾雪萍.中国癌症与土壤环境中汞元素的关系[J].江苏环境科技,1999(2): 8-10.
- [14] 吕世华,刘本洪,胡思农.不同耕作方式下石灰性土壤锰、铁形态的研究[J].土壤通报,1995,26(2): 70-72.
- [15] 吴刚,李金英,曾晓舵.土壤钙的生物有效性及与其它元素的相互作用[J].土壤与环境,2002,11(3): 319-322.
- [16] 肖景榕,周衍,陈增春,等.环境及居民体内钼含量与胃癌的相关性[J].世界华人消化杂志,2011,19(9): 946-949.
- [17] 林敬明,贺巍,吴忠,等.锌与疾病关系的探讨[J].广东微量元素科学,2000,7(12): 1-6.
- [18] 张秀兰,李学东,乔翠云,等.食管癌高发区磁县居民硒铜锌水平的研究[J].微量元素与健康研究,1998,15(2): 27-29.

(收稿日期: 2016-09-28; 录用日期: 2017-04-06)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 洪琪,丁瑾瑜; 校对: 王晓宇)