

· 现场调查 ·

饮水碘含量 5~150 $\mu\text{g/L}$ 居民户停供碘盐前后人群尿碘水平变化的干预试验研究

李素梅 张根红 孙凡 王培桦 张志忠 李秀维 李淑华

【摘要】 目的 通过现场干预试验,对比观察饮用水碘含量为 5~150 $\mu\text{g/L}$ 人群停供碘盐前后碘营养水平的变化。方法 选择生活饮用水碘含量 5~150 $\mu\text{g/L}$ 的居民户作为目标居民户,用无碘盐替换其家中正在食用的碘盐,干预 60 d 后采集家庭成员尿样。结果 干预前学龄儿童、育龄妇女、成年男子的尿碘中位数均在 370 $\mu\text{g/L}$ 以上,频数分布 ≥ 300 $\mu\text{g/L}$ 的比例均在 70% 以上,三类人群的碘营养状况处于碘过量水平。干预后三类人群的尿碘中位数均较干预前明显下降,其中生活饮用水碘含量为 5.0~99.9 $\mu\text{g/L}$ 的人群碘营养水平下降到碘营养适宜水平或基本适宜水平;生活饮用水碘含量为 100~150 $\mu\text{g/L}$ 时,三类人群干预后的尿碘中位数仍接近 300 $\mu\text{g/L}$,处于碘营养偏高状态。结论 生活饮用水碘含量为 5~100 $\mu\text{g/L}$ 的地区为适碘地区,不需要供应碘盐;生活饮用水碘含量为 100~150 $\mu\text{g/L}$ 的地区应划分为高碘地区。

【关键词】 碘缺乏; 碘过量; 适碘地区; 现场干预试验

Field study on the change of urinary iodine levels among family members with iodine content of 5-150 $\mu\text{g/L}$ in drinking water before and after non-iodized salt intervention LI Su-mei*, ZHANG Gen-hong, SUN Fan, WANG Pei-hua, ZHANG Zhi-zhong, LI Xiu-wei, LI Shu-hua. *National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

【Abstract】 **Objective** To compare the changes of urinary iodine levels among the family members with iodine content of 5-150 $\mu\text{g/L}$ in drinking water, before and after non-iodized salt intervention through a field trail study. **Methods** Family members who routinely drank water with iodine content 5-150 $\mu\text{g/L}$ were chosen to substitute non-iodized salt for their current iodized salt for 2 months, and urine samples of the family members were collected for determination of iodine change before and after intervention was carried out. **Results** Median urinary iodine of school children, women with productive age and male adults exceeding 370 $\mu\text{g/L}$ before intervention and the frequency distribution of urinary iodine were all above 70%. Our results revealed that iodine excess existed in three groups of family members. After intervention, all median urinary iodine level seemed to have decreased significantly, and groups with drinking water iodine 5.0-99.9 $\mu\text{g/L}$ reduced to adequate or close to adequate while the group that drinking water iodine was 100-150 $\mu\text{g/L}$ reached the cut-off point of excessive iodine level (300 $\mu\text{g/L}$). **Conclusion** Results from your study posed the idea that the iodine adequate areas should be defined as the areas with iodine content of 5.0-100 $\mu\text{g/L}$ in drinking water, and edible salt not be iodized in these areas. Areas with iodine content of 100-150 $\mu\text{g/L}$ in drinking water should be classified as iodine excessive.

【Key words】 Iodine deficiency; Iodine excess; Iodine adequate areas; Filed trail study

近几年我国碘缺乏病监测数据和有关调查结果表明,8~10 岁儿童尿碘平均水平处于“多于适宜量”范围,部分省份或地区儿童尿碘平均水平超过 300 $\mu\text{g/L}$,属于碘过量^[1,2],因此,我国人群碘的总摄入量还有进一步下调的余地。降低碘的总摄入量一是下调食盐加碘浓度,二是严格划分碘缺乏地区。

人体碘营养水平受当地饮水碘含量影响较大,所以,我国以水碘划定碘缺乏和碘过量地区。1980 年代以前我国规定水碘 < 5 $\mu\text{g/L}$ 为碘缺乏病区(1995 年修改为 < 10 $\mu\text{g/L}$)^[3],2003 年制定了水源性高碘地区划分标准,规定水碘 > 150 $\mu\text{g/L}$ 地区为水源性高碘地区^[4]。那么水碘为 5~150 $\mu\text{g/L}$ 之间的地区是什么类型地区? 是否需要供应碘盐? 如果停供碘盐后,这些地区人群的碘营养水平有什么变化? 基于此,本课题对外环境生活饮用水碘含量为 5~

作者单位:102206 北京,中国疾病预防控制中心传染病预防控制所(李素梅、孙凡、李秀维、李淑华);河南省卫生监督所(张根红);江苏省疾病预防控制中心(王培桦);内蒙古地方病防治研究所(张志忠)

150 $\mu\text{g/L}$ 人群进行了停供碘盐的现场干预试验,旨在观察目标人群停供碘盐前后碘营养水平的变化。

对象与方法

1. 干预对象:包括 8~13 岁学龄儿童、18~49 岁育龄妇女和 18~60 岁成年男子。

2. 抽样方法:根据碘缺乏病防治资料,在江苏省睢宁县和内蒙古自治区土右旗分别选择 2 个乡镇作为现场干预地点。采用两阶段抽样方法,选择干预对象。第一阶段为意图抽样(非概率抽样),选择生活饮用水碘含量 5~150 $\mu\text{g/L}$ 的居民户作为目标居民户。由于部分目标家庭的水碘含量已经接近或处于我国规定的缺碘地区的界值,遵循伦理学要求,居民户入选的条件是家中没有 0~2 岁婴幼儿和/或哺乳期妇女、孕妇。第二阶段为整群抽样(概率抽样),在符合入选条件的居民户中,以户为单位,将所有 8~13 岁学龄儿童、18~49 岁育龄妇女和 18~60 岁成年男子作为干预对象,入选条件为身体健康,无任何急性和慢性疾病,为当地常住人口,且持续居住 2 年以上。

3. 干预方法:应用流行病学的现场干预试验方法,对入选的所有居民户的家庭成员(共同进餐)采用结构化调查表进行干预前一般项目的调查登记,包括家庭住址、生活饮用水类型、井深、食用盐类型、年龄、性别、特殊饮食习惯等内容,采集居民户生活饮用水样,并在干预前同一时间段采集干预对象的一次随意尿样。干预开始前,两地入选的居民户碘盐食用率为 86.8%,对所有入选的居民户进行换盐行动,以户为单位,按人均日消耗 20 g 食盐,免费足量向目标居民户发放 3 个月的无碘盐,同时将其家中的碘盐收回,每星期对被干预对象进行上门随访一次或电话随访,确保其食用的是配给的无碘盐。在干预后的第 60 天同一时间段采集干预人群的一次随意尿样。

4. 研究指标:

(1) 尿碘:用事先经无碘处理的聚乙烯瓶采集尿样,每份尿样不少于 10 ml。采样后立即密封样品,置于阴凉处,尽快放入 4℃ 冰箱冷藏,尿样由国家碘缺乏病参照实验室采用尿中碘的过硫酸铵消化-铋催化分光光度测定法检测尿碘。

(2) 水碘:用经无碘处理的采样瓶采集水样,每份水样不少于 50 ml,采样时要放水 15~30 s 后再行采样,保证水样清洁,无悬浊物或沉淀。采用武汉众

生生物有限公司生产的快速水碘试剂盒[鄂药管械(准)字 2004 第 2400710 号]进行现场测定。

5. 质量控制:培训调查人员,统一方法。为避免其他碘营养来源的干扰,本课题采取的控制措施:一是干预时间安排在新鲜蔬菜较多的夏秋季,避免目标人群食用腌制菜及其他富碘海产品(海带、紫菜等);二是检测高碘地区粮食和蔬菜碘含量,并与缺碘地区的对比,结果未发现二者有明显差异;三是要求所有干预人群在调查或采集尿样的前一周未服任何碘制剂。

6. 统计学分析:用 SPSS 13.0 统计软件进行数据的统计分析,尿碘与水碘数据均呈偏态分布,采用中位数描述集中趋势,用四分位数间距表示离散程度,显著性检验水平设定为 0.05,多样本的比较采用 Kruskal-Wallis 检验进行显著性检验。

结果

1. 居民户水碘:本次共检测有效居民户生活饮用水样 771 份,水碘中位数为 81.8 $\mu\text{g/L}$,范围为 5.0~150 $\mu\text{g/L}$,四分位数间距为 61.2 $\mu\text{g/L}$ 。其中水碘含量为 5.0~9.9 $\mu\text{g/L}$ 的水样 12 份(1.6%), 10.0~49.9 $\mu\text{g/L}$ 的水样 151 份(19.6%), 50.0~99.9 $\mu\text{g/L}$ 的水样 339 份(43.9%), 100~150 $\mu\text{g/L}$ 的水样 269 份(34.9%)。

2. 干预前研究对象的尿碘水平:干预前共检测尿样 1098 份,其中 8~13 岁学龄儿童 567 份,育龄妇女 476 份,成年男子 55 份;尿碘中位数 8~13 岁学龄儿童为 400.4 $\mu\text{g/L}$,育龄妇女为 444.1 $\mu\text{g/L}$,成年男子为 372.7 $\mu\text{g/L}$ 。经多样本的 Kruskal-Wallis 检验,三类人群的尿碘中位数的差异有统计学意义($\chi^2 = 12.259, P = 0.002$)。三类人群尿碘频数分布明显向高值方向偏移(表 1)。

3. 干预后研究对象的尿碘水平:干预 2 个月后果共采集检测有效尿样 1081 份,其中 8~13 岁学龄儿童 558 份,育龄妇女 472 份,成年男子 51 份;尿碘中位数 8~13 岁学龄儿童为 241.4 $\mu\text{g/L}$,育龄妇女为 240.9 $\mu\text{g/L}$,成年男子为 237.9 $\mu\text{g/L}$ 。经多样本的 Kruskal-Wallis 检验,三类人群的尿碘中位数的差异无统计学意义($\chi^2 = 1.288, P = 0.526$)。与干预前相比,三类人群尿碘频数分布向高值方向偏移的现象得到了明显纠正(表 1)。

4. 干预前后三类人群(按水碘水平分层)尿碘的比较:

表1 干预前后三组人群的尿碘结果

干预 试验	人群	人数	中位数	四分位 数间距	尿 碘 水 平 (μg/L)											
					<20		20~		50~		100~		200~		≥300	
					人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
前	学龄儿童	567	400.4	220.2	0	0.0	0	0.0	3	0.5	57	10.0	108	19.0	399	70.5
	育龄妇女	476	444.1	360.4	1	0.2	7	1.5	3	0.6	35	7.4	72	15.0	358	75.2
	成年男子	55	372.7	144.5	2	3.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	13	24.0	42	76.4
后	学龄儿童	558	241.4	188.3	0	0.0	2	0.4	17	3.0	189	34.0	159	29.0	191	34.2
	育龄妇女	472	240.9	179.6	0	0.0	7	1.5	36	7.6	126	27.0	145	31.0	158	33.5
	成年男子	51	237.9	127.5	0	3.6	0	0.0	1	1.9	19	37.0	17	33.0	14	27.5

(1) 学龄儿童组: 干预前后不同水碘水平的学龄儿童尿碘变化见表 2。干预前, 不同水碘组学龄儿童的尿碘中位数均处于碘多于适宜量或过量水平, 尿碘中位数随水碘含量的升高而升高 ($r = 0.998$, $P = 0.002$), 尿碘频数分布明显向高值偏移, $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例为 40.0%~80.4%。干预后, 各组学龄儿童的尿碘中位数较干预前均明显下降, 经多样本的 Kruskal-Wallis 非参数检验, 除水碘 5.0~9.9 $\mu\text{g/L}$ 组外, 其他 3 个水碘水平的学龄儿童的尿碘中位数干预前后差异均有统计学意义 ($\chi^2 = 20.957, 84.405, 82.334$, P 值均为 0.00, 均 < 0.05)。水碘 5.0~9.9 $\mu\text{g/L}$ 组儿童尿碘中位数由干预前的 269.7 $\mu\text{g/L}$ 下降 194.3 $\mu\text{g/L}$, 达到了碘营养适宜水平。干预后各组尿碘频数分布向高值严重偏移的现象得到有效纠正, $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例下降为 20.0%~41.4%。

(2) 育龄妇女组: 干预前后不同水碘水平的育龄妇女的尿碘变化见表 3。干预前, 不同水碘组育龄妇女的尿碘中位数均处于碘过量水平, 尿碘频数分布明显向高值偏移, $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例为 60.0%~85.9%。干预后, 育龄妇女的尿碘中位数在不同水碘组均较干预前明显下降, 经多样本的 Kruskal-Wallis 检验, 不同水碘水平的育龄妇女其尿碘中位数干预前后差异均有统计学意义 ($\chi^2 = 3.962, 15.888, 116.040, 81.938$, $P = 0.04, 0.00, 0.00,$

0.00, 均 < 0.05)。水碘 5.0~9.9 $\mu\text{g/L}$ 组育龄妇女尿碘中位数由干预前的 322.1 $\mu\text{g/L}$ 下降 165.6 $\mu\text{g/L}$, 达到了碘营养适宜水平。干预后各组尿碘频数分布向高值严重偏移的现象得到有效纠正。 $\geq 300 \mu\text{g/L}$ 的比例下降为 10.0%~44.3%。

(3) 成年男子组: 干预前后不同水碘水平的成年男子的尿碘变化见表 4。干预前成年男子的尿碘中位数和频数分布的变化与学龄儿童和育龄妇女相似。经多样本的 Kruskal-Wallis 非参数检验, 不同水碘组成年男子的尿碘中位数干预前后差异均有统计学意义 ($\chi^2 = 15.980, 7.92, 7.58, 3.925$, $P = 0.00, 0.00, 0.00, 0.04$, 均 < 0.05)。

讨 论

本课题所选的两个干预现场均在 1995 年普及了碘盐, 本次研究开始前对调查地点的居民户食用盐进行了随机抽查, 结果当地入选的居民户碘盐食用率为 86.8%。本次接受调查的居民户家庭生活饮用水水碘中位数为 81.8 $\mu\text{g/L}$, 范围为 5.0~150 $\mu\text{g/L}$ 。根据 2001 年 WHO/UNICEF/ICCIDD 以学龄儿童尿碘中位数评估人群碘营养水平的流行病学标准^[5], 干预前, 学龄儿童、育龄妇女、成年男子三类人群的尿碘平均水平均为碘过量。干预后, 即供应无碘盐 2 个月后, 三类人群的尿碘中位数显著下降, 但仍然在 200~250 $\mu\text{g/L}$ 之间, 属于碘营养水平多于适宜量。

表2 不同水碘水平儿童组的干预前后尿碘结果比较

干预 试验	水碘水平 (μg/L)	人数	中位数	四分位 数间距	尿 碘 水 平 (μg/L)											
					<20		20~		50~		100~		200~		≥300	
					人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
前	5.0~9.9	5	269.7	142.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	20.0	2	40.0	2	40.0
	10.0~49.9	93	296.7	225.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10	10.8	37	39.8	46	49.4
	50.0~99.9	249	385.5	318.9	0	0.0	0	0.0	2	0.8	30	12.0	43	17.3	174	69.9
	100.0~150	220	460.4	293.6	0	0.0	0	0.0	1	0.5	16	7.3	26	11.8	177	80.4
后	5.0~9.9	5	194.3	305.3	0	0.0	0	0.0	1	20.0	2	40.0	1	20.0	1	20.0
	10.0~49.9	91	207.3	173.7	0	0.0	0	0.0	6	6.6	39	42.9	22	24.2	24	26.3
	50.0~99.9	247	226.3	177.9	0	0.0	0	0.0	7	2.8	93	37.7	71	28.7	76	30.8
	100.0~150	217	272.9	179.1	0	0.0	2	1.0	3	1.4	57	26.3	65	30.0	90	41.4

表3 不同水碘水平育龄妇女组的干预前后尿碘结果比较

干预试验	水碘水平 (μg/L)	人数	中位数	四分位数间距	尿 碘 水 平 (μg/L)											
					<20		20~		50~		100~		200~		≥300	
					人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
前	5.0~9.9	10	322.1	202.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	30.0	1	10.0	6	60.0
	10.0~49.9	73	327.7	402.4	0	0.0	3	4.1	1	1.4	7	9.6	18	24.7	44	60.2
	50.0~99.9	223	433.7	349.8	1	0.4	2	0.8	2	0.8	17	7.6	39	17.5	162	72.9
	100.0~150	170	496.2	330.8	0	0.0	2	1.2	0	0.0	8	4.7	14	8.2	146	85.9
后	5.0~9.9	10	165.6	122.1	0	0.0	0	0.0	1	10.0	6	60.0	2	20.0	1	10.0
	10.0~49.9	71	230.6	219.6	0	0.0	2	2.8	11	15.5	17	23.9	19	26.8	22	31.0
	50.0~99.9	222	214.3	166.5	1	0.5	4	1.8	22	9.9	72	32.4	63	28.4	60	27.0
	100.0~150	169	292.5	167.3	1	0.6	1	0.6	2	1.2	29	17.2	61	36.1	75	44.3

表4 不同水碘水平成年男子组的干预前后尿碘结果比较

干预试验	水碘水平 (μg/L)	人数	中位数	四分位数间距	尿 碘 水 平 (μg/L)											
					<20		20~		50~		100~		200~		≥300	
					人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
前	5.0~9.9	14	304.2	93.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7	50.0	7	50.0
	10.0~49.9	14	370.4	137.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	21.4	11	78.6
	50.0~99.9	10	379.0	119.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	10.0	9	90.0
	100.0~150	17	436.2	123.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	11.8	15	88.2
后	5.0~9.9	14	168.3	51.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	11	78.6	3	21.4	0	0.0
	10.0~49.9	13	239.9	126.4	0	0.0	0	0.0	1	7.7	3	23.1	5	38.5	4	30.7
	50.0~99.9	8	232.6	142.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	37.5	3	37.5	2	25.0
	100.0~150	16	293.2	217.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	12.5	6	37.5	8	50.0

按水碘分层分析结果显示,干预后不同水碘组的三类人群的尿碘中位数均显著下降,其中生活饮用水碘含量为5.0~9.9 μg/L组,三类人群在食用无碘盐2个月后的尿碘中位数在150~200 μg/L之间,其尿碘水平适宜,处于理想的营养状态;生活饮用水碘含量为10.0~99.9 μg/L组,三类人群在食用无碘盐2个月后的尿碘中位数介于200~240 μg/L之间,其碘营养水平为多于适宜量,但接近适宜量的上限;生活饮用水碘含量为100~150 μg/L时,三类人群在食用无碘盐2个月后的尿碘中位数均接近300 μg/L,其碘营养水平为多于适宜量的上限,接近碘过量水平,存在引发甲状腺疾病的危险性。

1995年12月我国颁布了《碘缺乏病病区划分标准》,规定碘缺乏病病区的外环境水碘水平为水碘含量<10 μg/L^[3]。本课题研究结果显示,对于生活饮用水碘含量为5.0~9.9 μg/L的人群停供碘盐2个月后,其碘营养水平为适宜,即从日常饮食自然摄入的碘量可以满足机体的需要,不需额外强化补碘,因此,建议将划分碘缺乏病病区的饮用水水碘含量切点值修订为<5.0 μg/L;本课题研究结果还显示,对于生活饮用水碘含量为100~150 μg/L的人群停供碘盐2个月后,其碘营养水平仍接近碘过量水平,这类地区应该停供碘盐,减少碘的摄入量,预防高碘危害的发生,并建议修改国家标准,将划定水源性高

碘地区的饮水碘含量切点值由150 μg/L下调到100 μg/L;根据本研究结果,在不食用碘盐的情况下,饮水碘含量在5.0~100 μg/L的三类人群尿碘中位数介于150~240 μg/L之间,处于碘营养适宜或接近适宜水平,因此,我们提出“适碘地区”的概念,认为在自然环境中,除了缺碘和高碘地区外,应该存在适碘地区,并建议将适碘地区水碘含量的划分范围定为5.0~100 μg/L,当居民饮用水水碘达到该含量范围时,则不再需要供应碘盐。

本研究的局限性为水碘5.0~9.9 μg/L组样本量偏小;另外所选择的研究地区为高碘地区,尽管我们对研究地区的粮食和蔬菜进行了碘含量监测,并且未发现其碘含量与缺碘地区农作物有明显差异,但不能完全排除高碘地区的大背景对研究对象碘营养水平的可能影响。

参 考 文 献

[1] 罗若荣,黄薇,魏若飞. 水碘对深圳市不同人群碘营养水平的影响. 中国公共卫生, 2004, 20(8): 921-922.
 [2] 肖东楼,孙殿军,白呼群,等. 2005年中国碘缺乏病监测. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 15-16.
 [3] GB 16005 - 1995. 碘缺乏病(IID)病区划分标准.
 [4] GB/T 19380 - 2003. 水源性高碘地区和地方性高碘甲状腺肿病区的划定.
 [5] WHO/UNICEF/ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for program managers. WHO/NUT/01.1, 2nd ed. Geneva, 2001: 35-37.

(收稿日期: 2008-02-20)
 (本文编辑: 张林东)