

2009 年浙江省 3 个城市居民膳食碘摄入量评估

黄李春 章荣华 刘丽萍 顾昉 吴文倩 管旭辉 李筱薇

【摘要】 目的 评估浙江省不同地区居民膳食碘摄入水平。方法 2009 年在浙江省内陆和沿海地区抽取杭州、台州、舟山市 180 户家庭共 497 人,采用总膳食研究方法进行膳食调查,统计人群各种食物的消费量,按照所得的食物消费量数据烹调加工并混合成可食的各种食物类别制作成膳食样品。采用四甲基氢氧化铵提取-电感耦合等离子体-质谱法测定膳食样品中碘含量。食物消费量与样品(烹饪加工后的熟样)中碘含量相乘得到碘膳食摄入量。以 2001 年中国营养学会公布的碘推荐摄入量(RNI)和可耐受最高摄入量(UL),评估膳食碘摄入量。结果 3 个城市居民膳食碘摄入为 421.0 $\mu\text{g}/\text{d}$ (标准人), $M=358.5 \mu\text{g}/\text{d}$ 。P₅(第 5 百分位数)、P₂₅、P₇₅、P₉₀、P₉₅ 分别为 145.7、267.6、495.6、774.1、1273.0 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。5.2% 的居民每日膳食碘摄入低于 RNI,87.5% 的居民每日膳食碘处于 RNI 与 UL 之间,7.2% 的居民每日膳食碘摄入超过 UL。不考虑烹饪损失,食盐每日供给的碘占膳食碘摄入量的 81.6%。加工烹饪食物后,膳食碘的 57.2% 来源于蔬菜类,13.0% 来源于谷类,8.5% 来源于水产类。每日膳食碘摄入超过 UL 的人群其海藻类摄入明显高于每日膳食碘摄入小于 RNI 人群和膳食碘处于 RNI-UL 之间的人群。结论 浙江省 3 个城市居民总体膳食碘摄入量尚未达到最高限值,且碘摄入不足与摄入过高情况并存,碘盐和海藻类食物是膳食碘的主要来源。

【关键词】 碘; 膳食; 总膳食研究

Assessment on dietary iodine intake in three areas of Zhejiang province, 2009 HUANG Li-chun¹, ZHANG Rong-hua¹, LIU Li-ping², GU Fang¹, WU Wen-qian¹, GUAN Xu-hui¹, LI Xiao-wei³. 1 Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310051, China; 2 Laboratory of Beijing Center for Disease Control and Prevention; 3 Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention

Corresponding author: LI Xiao-wei, Email: eveline73@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To assess the level of dietary iodine intake in three areas of Zhejiang and the related policy on universal salt iodization in the province. **Methods** The study involved 497 residents from 180 families living in Hangzhou, Taizhou, Zhoushan cities, representing coastal and inland areas in Zhejiang province in 2009. A total diet study was applied to obtain the typical diet samples at three study areas through food consumption, aggregation, sampling and preparation processes. The contents of iodine in diet samples were determined by tetramethylammonium hydroxide extraction-inductively coupled plasma-mass spectrometry. The amount of dietary iodine intake was calculated by timing the food consumption data and the iodine content in different dietary samples. The safety of dietary iodine intake was evaluated according to the recommended nutrient intake (RNI) and tolerable upper intake level (UL) published by the Chinese Nutrition Society in 2001. **Results** The dietary iodine intake of reference person in three areas of Zhejiang province was 421.0 $\mu\text{g}/\text{d}$. The levels of P₅, P₂₅, median, P₇₅, P₉₀, P₉₅ dietary iodine intake were 145.7 $\mu\text{g}/\text{d}$, 267.6 $\mu\text{g}/\text{d}$, 358.5 $\mu\text{g}/\text{d}$, 495.6 $\mu\text{g}/\text{d}$, 774.1 $\mu\text{g}/\text{d}$ and 1273.0 $\mu\text{g}/\text{d}$ respectively. Daily dietary iodine intake at <RNI, RNI-UL, >UL accounted for 5.2%, 87.5% and 7.2% of all the participants respectively. Without considering the loss through cooking, salt iodine provided 81.6% of the dietary iodine source. The resources of dietary iodine would include vegetables, cereals and marine food, proportionally, as 57.2%, 13.0% and 8.5%, respectively. Participants whose daily dietary iodine intake exceeded the UL level would consume more marine algae products than those whose dietary iodine intakes were lower than RNI or between RNI-UL. **Conclusion** Dietary iodine intake among most residents and their

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.03.007

作者单位: 310051 杭州, 浙江省疾病预防控制中心(黄李春、章荣华、顾昉、吴文倩、管旭辉); 北京市疾病预防控制中心中心实验室(刘丽萍); 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所(李筱薇)

通信作者: 李筱薇, Email: eveline73@vip.sina.com

average level were among reasonable ranges. Meanwhile, deficiency and excess of iodine intake coexisted. Salt iodine was the main resource of dietary iodine. Participants whose dietary iodine intakes exceeding the UL level, would prefer consume more marine algae products.

【Key words】 Iodine; Diet; Total diet study

WHO 推荐 18 岁以上人群碘摄入量为 150 $\mu\text{g}/\text{d}$, 每人每日在 150~300 μg 可保证所有人群在摄入量安全范围^[1]。我国曾是世界上碘缺乏病的重病区之一, 于 1995 年开始实行全民食盐加碘(USI)法规^[2], 碘缺乏病得到有效控制。近年来有研究显示部分人群碘营养水平已超过安全范围(尿碘 100~199 $\mu\text{g}/\text{L}$), 达到“碘超足量”和“碘过量”的水平^[3]。而此两种水平可诱发和促进甲状腺功能减退和自身免疫性甲状腺炎的发生, 也可能是甲状腺癌的危险因素^[4,5]。有学者及公众对我国全民食盐加碘的科学性提出质疑, 认为部分沿海地区可能存在碘摄入过量。膳食(包括饮水)是人群摄入碘的主要途径。而烹饪加工对食盐中的碘会造成实际损失^[6,7]。总膳食研究即“市场菜篮子研究”(market basket study), 是将膳食调查、食物烹饪加工与食物样本中化学物质测定相结合, 考虑碘在烹饪加工中的损失, 得到的结果接近实际摄入量, 可较好评价居民膳食碘摄入情况, 是国际公认的评价一个国家或地区大规模人群膳食中营养素和化学污染物摄入量的通用、最好方法^[8]。浙江省位于我国东部沿海, 居民膳食碘摄入情况如何? 目前我国食盐加碘政策是否科学? 本研究运用总膳食研究方法评估浙江省 3 个城市居民膳食碘摄入量, 为相应的公共卫生政策提供科学数据。

对象与方法

1. 研究对象: 2009 年采用多阶段分层抽样方法, 在浙江省内陆地区抽取杭州市, 沿海地区抽取台州、舟山市作为调查点。每个调查点抽取分别代表城市和农村的 2 个社区, 每个社区随机抽取 30 户常住居民(居住年限不少于 5 年), 孕妇和乳母不纳入调查。共调查 180 户居民。选点根据总膳食研究的原则进行, 即所选的调查点能代表当地饮食习惯和膳食结构, 并为当地中等经济状况。所选的 3 个调查点所得的综合结果能代表浙江省平均膳食组成。

2. 膳食调查: 采用“3 天入户食物称重法”与“个体 3 天 24 小时回顾法”相结合的方法, 调查居民食物种类和数量。调查日期考虑到工作日与双休日在饮食上的明显差距, 包括 2 个工作日和 1 个双休日。

3. 食物样本的采集、处理及碘含量测定: 对膳食调查数据进行统计分析和聚类, 获得调查居民通常

食用的食物种类和数量, 制作采样单。分别到 3 个调查点的居民食物购买地采集食物样本(包括调味品)和饮用水。将 3 个调查点作为一个“菜篮子”加工烹饪食物。烹饪时根据当地饮食习惯和统计获得的各种食物消费比例加入包括食盐在内的调味品。烹调后的食物经匀浆处理装入高压聚乙烯塑料容器, 置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冰箱冷冻保存直至测定碘含量。测定方法采用四甲基氢氧化铵提取-电感耦合等离子体-质谱法^[9]。

4. 居民膳食碘摄入量计算及评估: 测得膳食样品(烹饪加工后的熟样)中的碘含量, 与相应食物消费量相乘, 即得到从该种食物摄入碘的量, 将所有单个食物的碘摄入量相加即得到每日膳食碘摄入量。根据 2001 年中国营养学会公布碘的推荐摄入量(recommended nutrient intake, RNI): 0~3 岁 50 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、4~10 岁 90 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、11~13 岁 120 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、14~18 岁 150 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、成年人 150 $\mu\text{g}/\text{d}$, 以及碘可耐受最高摄入量(tolerable upper intake level, UL): 7~18 岁 800 $\mu\text{g}/\text{d}$ 、成年人 1000 $\mu\text{g}/\text{d}$ ^[10], 评估膳食碘摄入量。平均膳食碘摄入量是标准人(18 周岁体重 63.0 kg 从事极轻体力活动的成年男子^[10])摄入量。

结 果

1. 人口学特征: 共调查 497 人, 其中男性 239 人(48.1%), 女性 258 人(51.9%)。<18、18~、45~、 \geq 60 岁分别为 66、173、150、108 人, 年龄构成比例为 13.3%、34.8%、30.2%、21.7%。

2. 食物碘含量: 居民膳食碘摄入平均为 421.0 $\mu\text{g}/\text{d}$ (以标准人计), 占 RNI 的 281.0% 和 UL 的 42.1%。12 大类食物在烹饪时已包括食盐在内的调味品, 因此各类食物样品中已包括食盐中的碘, 膳食中 57.2% 的碘来源于蔬菜类, 13.0% 来源于谷类, 8.5% 来源于水产类(表 1)。食盐的碘含量为 30.4 mg/kg, 居民平均食盐消费量为 11.3 g/d, 因此单食盐每日供给的碘为 343.5 μg , 占膳食总摄入量的 81.6%。

3. 居民每日膳食碘摄入量: 调查点居民膳食摄入量的中位数(M)为 358.5 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。 P_5 (第 5 百分位数)、 P_{25} 、 P_{75} 、 P_{90} 、 P_{95} 分别为 145.7、267.6、495.6、774.1、1273.0 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。5.2% 的居民每日膳食碘摄入低于

RNI, 87.5% 的居民每日膳食碘处于 RNI 与 UL 之间, 7.2% 的居民每日膳食碘摄入超过 UL。9.6% 的育龄妇女 (18 ~ 45 岁) 每日膳食碘摄入低于 RNI, 84.0% 的育龄妇女每日膳食碘处于 RNI 与 UL 之间, 6.4% 的育龄妇女每日膳食碘摄入超过 UL (表 2)。

表 1 浙江省 3 个城市调查点各类食物碘含量

食物	碘含量 (mg/kg)	每日提供碘量 (μg)	膳食碘构成比 (%)
谷类	0.048	54.62	12.97
豆类	0.199	16.31	3.87
薯类	0.193	5.50	1.31
肉类	0.421	21.22	5.04
蛋类	0.533	18.48	4.39
乳类	0.162	9.33	2.22
水产类	0.357	35.56	8.45
蔬菜类	0.609	240.92	57.23
水果类	0.014	1.78	0.42
糖类	0.025	0.23	0.06
饮料及水	0.020	15.73	3.74
酒类	0.020	1.33	0.32
合计		421.00	100.00

表 2 浙江省 3 个城市调查点居民膳食碘摄入水平

年龄 (岁)	人数	膳食碘摄入水平 (μg/d)						膳食碘比例 (%)		
		P ₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₅	<RNI	RNI-UL	>UL
<18	66	106.4	179.0	305.2	408.1	743.8	935.7	3.03	87.88	9.09
18 ~	173	136.1	266.2	367.5	505.0	873.5	2906.0	8.67	82.66	8.67
男	79	110.5	266.2	394.3	579.7	1079.0	7088.0	7.59	81.01	11.39
女	94	141.3	261.6	343.0	471.0	753.3	1379.0	9.57	84.04	6.38
45 ~	150	149.2	287.4	369.3	545.4	792.6	1313.0	5.33	88.00	6.67
60 ~	108	222.6	280.6	394.1	489.9	677.5	931.9	0.93	94.44	4.63
合计	497	145.7	267.6	358.5	495.6	774.1	1273.0	5.23	87.53	7.24

4. 膳食碘不同水平人群的膳食结构: 对膳食碘缺乏 (每日膳食碘摄入 < RNI)、适宜 (RNI-UL)、超安全范围 (> UL) 人群的膳食结构对比分析可见, 以海藻类摄入有明显差异。< RNI 人群 75% 以上不食用海藻类; RNI-UL 人群的海藻类摄入量 $M = 0.0$ g, P_{75} 摄入量也仅为 5.0 g; 而 > UL 人群其海藻类摄入 P_{25} 、 M 、 P_{75} 分别为 25.2、50.3、134.0 g/d, 均具有摄入海藻类食物的饮食偏好 (表 3)。

讨 论

本研究显示, 浙江省 3 个城市居民总体膳食碘摄入量充足且未达到摄入量高限, 但膳食碘摄入不足与摄入量过高的情况并存。2010 年国家食品安全风

险评估专家委员会评估报告显示, 我国沿海地区成年人、孕妇、乳母、儿童尿碘量总体适宜和安全, 但有缺乏和过量并存^[11]。可见, 本研究显示的碘膳食摄入状况与上述报告中人体碘营养状况一致。本研究也显示, 9.6% 的育龄妇女存在膳食碘缺乏风险, 而 6.4% 超过摄入量高限。应采取科学措施改善碘缺乏和预防碘过量。

本研究还显示, 碘盐是调查地区居民膳食碘的主要来源。不考虑烹饪损失, 食盐每日供给的碘为 343.52 μg, 占膳食碘总摄入量的 81.6%。考虑加工烹调因素, 蔬菜、谷类以及水产类提供的碘占膳食碘比例的前三位。在总膳食研究中, 蔬菜、谷类和水产类食物根据当地饮食习惯加入包括食盐在内的调味品, 因此该类食物对碘的贡献中包含了食盐的显著影响。根据历年监测显示, 浙江省各地水碘均未达到 150 μg/L, 且绝大部分地区低于 10 μg/L。因此浙江省自然环境处于碘缺乏状态, 食盐又是居民膳食碘主要来源, 如不食用碘盐, 居民碘缺乏的风险会大大增加。屠兴国等^[12]报道, 浙江省岱山县居民碘摄入量在海产品丰富季节充足而淡季不足, 原因在于当地为产盐区, 居民不愿食用碘盐, 仅依靠海产品摄入碘。因此建议浙江省应继续推行食盐加碘政策。

在 2010 年以前我国食盐强化碘的标准是 20 ~ 60 mg/kg。本研究显示 2009 年调查地区盐碘平均为 30.4 mg/kg, 居民平均食盐消费量为 11.3 g/d。因此单食盐每日供给的碘为 343.52 μg, 已是成年人推荐摄入量的 2 倍以上。假设居民食盐量控制在 WHO 推荐的 6 g/d, 食盐每日供给的碘为 182.4 μg, 已超过成年人推荐摄入量。李素梅和徐菁^[13]提出应当在现有基础上调低食盐碘浓度至 25 ~ 28 mg/kg, 允许

表 3 浙江省 3 个城市调查点不同膳食碘水平人群的膳食结构分析

食物	膳食碘摄入量 (g/d)								
	<RNI (n=26)			RNI-UL (n=435)			>UL (n=36)		
	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅
谷类	141.5	230.9	351.6	215.0	304.0	391.7	161.2	221.2	585.5
豆薯类	16.7	63.3	110.0	28.7	66.7	140.9	43.5	61.7	123.7
蛋类	0.0	20.4	47.6	5.0	20.0	40.0	0.0	8.3	29.5
菌类	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0
海藻类	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	25.2	50.3	134.0
蔬菜*	199.4	314.1	452.5	215.7	363.6	570.9	93.5	374.5	515.4
水果	0.0	26.3	166.7	14.2	102.0	216.9	0.0	0.0	9.9
肉类	33.3	74.1	133.3	51.8	88.9	150.7	18.4	60.8	110.1
奶类	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	137.5	0.0	0.0	0.0
鱼虾贝类	66.7	124.3	217.7	58.3	144.2	215.2	58.9	162.7	258.6
啤酒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注: * 不含菌藻类

变异范围在 10 mg/kg, 从而使居民仍然摄取 20 mg/kg 的碘盐。2010 年食品安全国家标准——食用盐碘含量征求意见稿, 将盐碘强化量 20~60 mg/kg 修改为 20~30 mg/kg, 并提出应根据人群实际碘营养水平, 选定适合当地的盐碘含量。如果居民平均食盐消费量仍为 11.3 g/d, 浙江省居民盐碘含量在 13.3~26.5 mg/kg 时, 不考虑烹饪损失, 通过食盐提供的碘仍在 WHO 提出的膳食碘摄入量 (150~300 μg) 合理范围内。因此浙江省选定盐碘含量为 13.3~26.5 mg/kg 较适宜。有研究显示沿海地区居民喜食海鱼、海藻类等海产品这一特殊饮食习惯, 使当地人群碘营养充足, 在实施 USI 后, 甲状腺肿发病率升高^[14-16]。其中海藻类是含碘量高的食物^[17], 如长期摄入量过高, 同时又长期食用碘盐可能存在碘摄入过量风险。

参 考 文 献

- [1] ICCIDD, UNICEF, WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A Guide for Programme Managers, ed 2. Geneva: World Health Organization, 2001.
- [2] Li SM, Dong HJ, Gu YY, et al. To have released a report of review on elimination of iodine deficiency disorders cooperative project by WHO and UNICEF. Chin J Ctrl Endem Dis, 2006, 21(3): 155-157. (in Chinese)
李素梅, 董惠洁, 谷云有, 等. 卫生部-联合国儿童基金会消除碘缺乏病合作项目回顾. 中国地方病防治杂志, 2006, 21(3): 155-157.
- [3] Chen ZP, Yan YQ, Shu YQ. Assessment of iodine intake and safety after universal salt iodization in China. Chin J Ctrl Endem Dis, 2001, 16(3): 185-188. (in Chinese)
陈祖培, 阎玉芹, 舒延清. 对我国全民食盐加碘后人群的摄入量和安全量分析. 中国地方病防治杂志, 2001, 16(3): 185-188.
- [4] Teng XC, Teng D, Shan ZY, et al. Impact of iodine intake on thyroid diseases—a five-year prospective epidemiological study. Chin J Endocrinol Metab, 2006, 22(6): 512. (in Chinese)
滕晓春, 滕笛, 单忠艳, 等. 碘摄入量增加对甲状腺疾病影响的五年前瞻性流行病学研究. 中华内分泌代谢杂志, 2006, 22(6): 512.
- [5] Teng WP. Control of iodine deficiency disorder and excess of iodine. Chin J Endocrinol Metab, 2002, 18(3): 237-240. (in Chinese)
滕卫平. 防治碘缺乏病与碘过量. 中华内分泌代谢杂志, 2002, 18(3): 237-240.
- [6] Shi L, Zhou RH. Effects of cooking methods on iodine content in iodized salt. J Hygien Res, 1998, 27(6): 412-414. (in Chinese)
石磊, 周瑞华. 食物烹调方法对含碘食盐中碘含量的影响. 卫生研究, 1998, 27(6): 412-414.
- [7] Wang X, Shi FZ, Su YN, et al. Study on iodine losses of the iodized salt in the cooking process. Chin Prev Med, 2006, 7(4): 261-263. (in Chinese)
王欣, 石福增, 苏亚楠, 等. 加碘盐烹饪过程中碘损失的研究. 中国预防医学杂志, 2006, 7(4): 261-263.
- [8] GEMS/FOOD FOOD SAFETY DEPARTMENT, WHO. Total diet studies: a recipe for safer food. Geneva: WHO, 2005: 1-4.
- [9] Lv C, Liu LP, Tan L. Determination of iodine in beverage, beer and fruit juice by inductively coupled plasma mass spectrometry. Chin J Food Hygien, 2010, 22(4): 347-350. (in Chinese)
吕超, 刘丽萍, 谭玲. 电感耦合等离子体质谱法测定饮料、啤酒及果汁中的碘. 中国食品卫生杂志, 2010, 22(4): 347-350.
- [10] Chinese Nutrition Society. Chinese residents dietary nutrient reference intake. Beijing: Chinese Light Industry Publishing House, 2001. (in Chinese)
中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
- [11] National Food Safety and Risk Assessment Committee. Salt iodization and risk assessment of iodine status in Chinese population (Studies report No. 2010-002). <http://www.moh.gov.cn>. (in Chinese)
国家食品安全风险评估专家委员会. 中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估(技术报告 No. 2010-002). <http://www.moh.gov.cn>.
- [12] Tu XG, Huang XM, Zhu WM, et al. Stratified sampling analysis of constructions of food and iodine absorption contents among the islander in Zhejiang province. Chin J Ctrl Endem Dis, 2005, 24(2): 189-191. (in Chinese)
屠兴国, 黄学敏, 朱文明, 等. 浙江省海岛居民膳食结构与碘摄入量抽样调查分析. 中国地方病杂志, 2005, 24(2): 189-191.
- [13] Li SM, Xu Q. Analysis on the feasibility of reducing the concentration in edible iodine-salt based on the results of iodized salt monitoring program from the year of 2004 to 2006, in China. Chin J Epidemiol, 2007, 28(11): 1089-1091. (in Chinese)
李素梅, 徐箐. 从 2004—2006 年中国碘盐监测结果分析食盐加碘浓度下调的可行性. 中华流行病学杂志, 2007, 28(11): 1089-1091.
- [14] Zhu WY, Hu XF, Zhou SQ, et al. Epidemiological investigation on thyroid tumor in the urban residents of Zhoushan archipelago. Zhejiang Prev Med, 2009, 21(4): 1-3. (in Chinese)
竺王玉, 胡晓斐, 周世权, 等. 舟山海岛地区城镇居民甲状腺肿流行病学调查. 浙江预防医学, 2009, 21(4): 1-3.
- [15] Zhao SH, Wang YG, Yan SL. A survey of present status of thyroid goiter and its urine iodine in patients residing the coastal regions of Shandong province. Med J Qilu, 2004, 19(3): 221-223. (in Chinese)
赵世华, 王颜刚, 闫胜利. 山东省沿海地区甲状腺肿患病现状及尿碘水平调查. 齐鲁医学杂志, 2004, 19(3): 221-223.
- [16] Bao XD, Zhuo WF, Dong XF. The relationship between iodized salt and nodular goiter. Med J Hainan, 2008, 19(10): 132. (in Chinese)
包晓都, 卓文芳, 董学凡. 沿海地区添加碘盐与结节性甲状腺肿的关系. 海南医学, 2008, 19(10): 132.
- [17] Yang YX, Wang GY, Pan XC. China Food Composition 2002. Beijing: Beijing University Medical Publishing House, 2002: 329-330. (in Chinese)
杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表. 北京: 北京大学医学出版社, 2002: 329-330.

(收稿日期: 2011-08-31)

(本文编辑: 张林东)